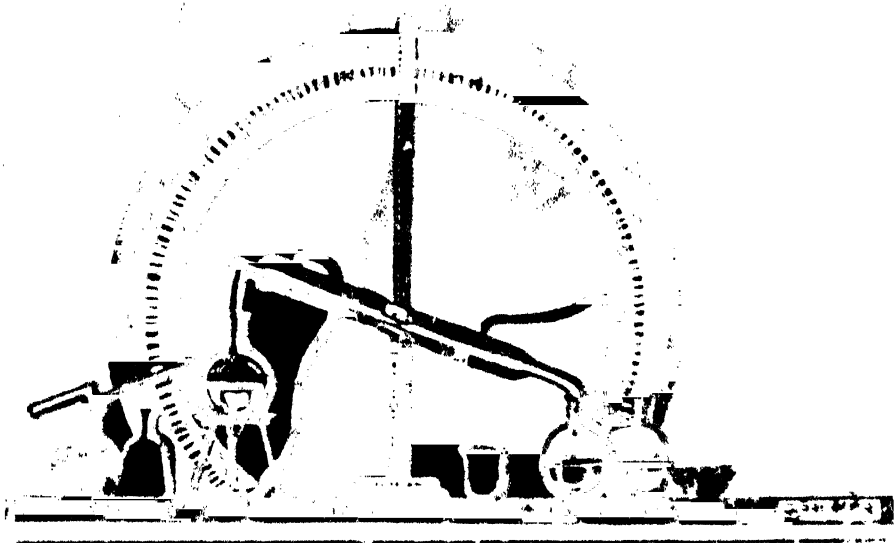


વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા

લેખક

હાકોરલાલ શ્રીયતરાય હાકોર

બી. એ., બી. એસ સી.



ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય

[ગુજરાતી કોપીરાશ્ટ્રિ વિભાગ]

અનુક્રમાંક ૧૬૧૧૪

ભર્ગીક.

પુસ્તકનું નામ વિસ્માન પ્રવૃત્તિ ૩૧

વિષય મંડળ : ૮૪૩ : ૩

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા

કર્તા

ઠાકોરલાલ શ્રીપતરાય ઠાકોર

બી. એ. બી. એસ સી.

પ્રોપ્રાયટરી હાઇસ્કુલ, અમદાવાદ.



પ્રકાશક

બાલગોવીન્દ કુબેરદાસ

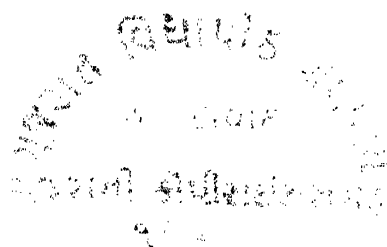
બુકસેલર

ત્રણ દરવાજા, અમદાવાદ.

કીંમત દશ આના

સંવત ૧૯૮૭

સને ૧૯૩૧



મુદ્રક

ઇન્દ્રવદન બળવંતરાય ઠાકોર, પ્રજામંદુ પ્રિન્ટીંગ વર્ક્સ,
જેઠાલાઈની પોળ, ખાડીયા, અમદાવાદ.

कर्त्तानां पुस्तके

*A Hand-Book of Matriculation
Chemistry* 0-10-0

*A Text-Book of Matriculation
Chemistry* 1-0-0

*A Text-Book of Physics for
High Schools* 2-0-0

*Solutions of Matriculation Mathe-
matics Papers 1911-31 by P. C.
Shah, B. A.* 1-10-0

પ્રસ્તાવના

મોટી વયના વિદ્યાર્થીઓને વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંત સ્હમજાવવા પ્રયોગશાળામાં બોલાવતો ત્યારે ન્હાનાં બાળકોને એવું કુતૂહલ થતું કે એમને પણ એવી જ રીતે પ્રયોગશાળામાં બેસીને શીખવાનું મળે તો કંઈ અનેરો આનંદ થાય અને કંઈક જૂદી જ ભૂમિમાં પ્રવેશ કરાય ! વિજ્ઞાનને માટે એમનો આવો ઉત્સાહ જોઈ મ્હને પણ એમ થતું કે આવાં કુમળાં મગજને જ્ઞાન સાથે ગમ્મત મળતી હોય તો મ્હારે એમને આનંદ આપી જાતે પણ આનંદ અનુભવવો. એ વિચારથી વખત કાઢી અનેક પ્રયોગો એમને બતાવતો અને મ્હને એમ લાગતું કે એ પ્રયોગો એ કુમળાં હૃદયમાં સ્થાયી અસર કરતાં.

પણ એથી મ્હને સંતોષ ન થતો. પ્રયોગો કરતાં મ્હને એમ થયાં જ કરતું કે એ બધા પ્રયોગો અને સિદ્ધાંતો એક પુસ્તકમાં સરલ ભાષામાં છપાયાં હોય તો એની અસર વધારે સ્થાયી થાય. એ વિચારને કાર્યમાં મૂકવાનો આ અદ્ય પ્રયત્ન છે.

ઝડપથી પ્રગતિ કરતી દુનિઆમાં આપણે વિજ્ઞાન બરાબર સ્હમજીને તેનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ નહીં કરીએ તો એ પ્રગતિની રેલમાં આપણે તથાઈ જઈશું એમ મ્હને લાગે છે. દેશની સમૃદ્ધિમાં વિજ્ઞાન ઘણો ભાગ ભજવે છે એ તો જાપાન અને જર્મનીનો ઇતિહાસ બતાવે છે. આપણે ત્યાં ખનિજરૂપી અઢળક ધન દટાયેલું છે, જેનો ભવિષ્યમાં આપણે ઉપયોગ કરી દેશને સમૃદ્ધ બનાવવાનો છે. દેશના ઇતિહાસમાં એક નવું ઉજ્જવળ પ્રકરણ લખાય છે. એવા સમયે આપણા ન્હાનાં બાળકોમાં વિજ્ઞાનનાં અંકુરો ફાલેફાલે તો એના પરિણામે આપણી કંગાલ હાલત દૂર થાય. એ દિશામાં આ મ્હારો અદ્ય પ્રયત્ન કંઈક અંશે પણ સફળ થાય તો હું કૃતકૃત્ય માનીશ.

આ પુસ્તકના ત્રણ વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે જેમાંનો

પહેલો વિભાગ અંગ્રેજી પહેલા ધોરણ માટે અથવા ગુજરાતી પાંચમા ધોરણ માટે, બીજો વિભાગ અંગ્રેજી બીજા ધોરણ માટે અથવા ગુજરાતી છઠ્ઠા ધોરણ માટે અને ત્રીજો વિભાગ અંગ્રેજી ત્રીજા ધોરણ માટે અથવા ગુજરાતી સાતમા ધોરણ માટે રાખવામાં આવ્યો છે. શિક્ષકોને વિજ્ઞાન સહમગ્નવું સરલ થાય એ હેતુથી અનેક ચિત્રો, સાધનોની યાદી અને અનેક સૂચનાઓ આપવામાં આવી છે. બાળકોને એ સૂચનાઓ મુજબ શીખવવામાં આવે તો આગળ જતાં એ બાળકોને અભ્યાસમાં અને વ્યવહારમાં સરલતા થાય અને વિજ્ઞાનમાં રસ લઈ જાતનું અને દેશનું કલ્યાણ કરે.

આ પુસ્તકનાં ચિત્રો તૈયાર કરવામાં મહારા શિષ્યો બાઇ સુરેશ અજીતરાય ઠાકોર, બાઇ હરિવદન ભટ્ટ અને બાઇ મંજુલાલ બિહારીલાલ દેસાઇએ જે મહેનત લીધી છે તે માટે તેમનો જેટલો આભાર માનું તેટલો ઓછો છે.

જેઠાલાઇની પોળ,
ખાડીઆ-અમદાવાદ.
તા. ૨૫ જુન ૧૯૩૧.

} ઠાકોરલાલ શ્રીપતરાય ઠાકોર



અનુક્રમણિકા

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૧

પ્રકરણ	ભૌતિક શાસ્ત્ર	પાનું
૧	ભૌતિક શાસ્ત્રનાં મૂળતત્ત્વો	૧
૨	પદાર્થોનાં વજન અને ગુરત્વાકર્ષણ	૨
૩	પાણીમાં અને હવામાં તરતા પદાર્થો	૬
૪	આર્કીમીડીસનો નિયમ	૧૨
૫	વજન ઊંચકવાનાં યંત્રો	૧૫
૬	હવા	૨૦
૭	વાતાકર્ષક યંત્રની ઘટના	૨૬
૮	જલાકર્ષક યંત્રની ઘટના	૨૭
૯	બકનગી અને વાસુદેવ ખાસો	૩૦

લોહચુંબકત્વ

૧૦	લોહચુંબક અને લોહચુંબકત્વ	૩૨
૧૧	લોહચુંબક, તેની બનાવટ અને ઉપયોગ	૩૫
૧૨	ચુંબકત્વનું કારણ	૩૬
૧૩	હોકાયંત્ર	૩૮

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૨

પ્રકરણ	ઉષ્ણતા	પાનું
૧	પદાર્થો ઉપર ગરમીની અસર: પદાર્થોનું વધવું	૧
૨	ઉષ્ણતામાપક યંત્રો (થર્મોમીટર)	૪
૩	ઉષ્ણતાવહન	૮
૪	ઉષ્ણતાનયન	૧૩

પ્રકાશ

૫	પ્રકાશનું પરાવર્તન	૧૫
૬	પ્રતિબિંબ અને પ્રતિબિંબો	૨૦
૭	પ્રકાશનું વક્રીભવન	૨૩

૮	વક્રીભવન અને મેઘધનુષ્ય	૨૮
	ધર્ષણ વિદ્યુત	
૯	ધર્ષણ વિદ્યુત અને તેના નિયમો	૩૧
૧૦	વિદ્યુતનું ઉપપાદન અને તેની અસર	૩૪

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૩

પ્રકરણ	રસાયન શાસ્ત્ર	પાનું
૧	ભૌતિક વિકાર અને રસાયન વિકાર	૧
૨	દ્રાવણ, દ્રાવ્યતા, દ્રાવક	૪
૩	દહવા	૮
૪	દહન અને શ્વાસોશ્વાસ	૧૧
૫	પ્રાણવાયુ	૧૩
૬	નત્રવાયુ	૧૬
૭	અપાનવાયુ: એમોનીઆ	૧૭
૮	પાણી	૨૦
૯	કાર્બન (કોલસો) અને તેના પ્રકાર	૨૪
૧૦	કોલસો અને કોલસાનો વાયુ (કોલ ગેસ)	૨૯
૧૧	ગંધક અને તેના પ્રકાર	૩૦
૧૨	દઘ્વાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનીક એસીડ ગેસ	૩૨
૧૩	સ્ફુરક અને તેના પ્રકાર	૩૫
૧૪	દિવાસળી	૩૬
૧૫	તેજાળ (એસીડ)	૩૯
૧૬	અલકલી અને દૂધાર	૪૧
૧૭	સાણુ	૪૫
	રસાયનો, તેનાં નામ, સંજ્ઞા વગેરે	૪૭

પ્રવાહ વિજળી

૧	પ્રવાહ વિજળીની ઉત્પત્તિ	૫૩
૨	વિજળીના જલદવાદક અને મંદવાદક પદાર્થો	૫૬
૩	વિજળીની અસર અને ઉપયોગ	૫૯

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા.

ભાગ ૧.

ભૌતિક શાસ્ત્રનાં મૂળતત્ત્વો.

પ્રકરણ ૧.

પદાર્થોના ત્રણ પ્રકાર.

ઝેઈતા સાધનોની યાદી :

(૧) ત્રણ ચાર કથનળી, (Test tubes) (૨) રકાળી, (૩) બરફ, (૪) નવસાર, (૫) આયોડીન (નેલ) અને (૬) ગંધક.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) બરફને એક રકાળીમાં મૂકો; બરફનું પાણી થાય છે તે બતાવો.

(૨) પાણીને કથનળીમાં ઉનું કરો; પાણીની વરાળ થાય છે તે બતાવો; પાણીની ત્રણ સ્થિતિ છે એ સિદ્ધ કરો.

(૩) એક કથનળીમાં નવસાર લઈ નળીને ઉન્હી કરો; નવસાર પીગળતો નથી પણ એનો ધૂપ થાય છે તે બતાવો; નવસારની ત્રણને બદલે જે જ સ્થિતિ છે તે સિદ્ધ કરો.

(૪) કથનળીમાં આયોડીન (નેલ) લઈ નળીને ઉન્હી કરો. નેલ પીગળતો નથી પણ તેનો ધૂપ તરત થઈ જાય છે તે બતાવો; નેલની જે જ સ્થિતિ છે તે સિદ્ધ કરો.

(આયોડીયન ધન પદાર્થ છે એ તરફ વિદ્યાર્થીનું ધ્યાન દોરો. સ્પીરીટ-માં એનું દ્રાવણ કરવાથી આયોડીન ટીંકચર થાય છે એ બતાવો.)

(૫) ગંધકને કથનળીમાં ઉન્હો કરો. તે પીગળી જાય છે, પછી ધન થાય છે, પાછો પીગળે છે અને ઉકળે છે અને અંતે એનો ઘેરો લાલ-બૂરો અને નારંગી ધૂપ નીકળે છે એ બતાવો. ગંધકને જે ધન, જે પ્રચાહી અને એક ધૂપક સ્થિતિ હોય છે તે સિદ્ધ કરો.

આપણે બરફ લઈએ. તે ધન છે. તેને ગરમી મળવાથી પીગળી જાય છે અને તેનું પાણી થાય છે. પાણીને ઉકાળીએ તો પાણીની વરાળ થાય છે.

મીઝુખતી લઇએ. તે ધન છે. તેને ગરમી આપીએ એટલે પ્રવાહી થાય. એ પ્રવાહીને ગરમ કરીએ તો વાયુ થઇ જાડી જાય.

આ પ્રમાણે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે દરેક પદાર્થની ત્રણ સ્થિતિ હોય છે, ધન, પ્રવાહી અને ધૂપક.

લોખંડ, તાંબુ વગેરે ધાતુઓની પણ ત્રણ સ્થિતિ હોય છે. લોખંડને બહુ ગરમ કરીએ તો પ્રવાહી થાય અને એના કરતાં વધારે તપાવીએ તો તેના ધૂપ થાય.

પણ આ નિયમના કેટલાક અપવાદ છે. દાખલા તરીકે નવ-સારને ગરમ કરીએ તો નવસાર પ્રવાહી કદાપિ નહીં જ થાય. પણ નવસારમાંથી ધૂપ નીકળવા માંડશે જે બતાવે છે કે નવસારને બે જ સ્થિતિ છે, એક ધન અને બીજી ધૂપક.

એ તો સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે જ્યારે કલાઈ કરનાર નવસાર ચોપડે છે ત્યારે ઘોળો ધૂપ નીકળે છે. કપુરને અને નૈલને ગરમ કરીએ તો કપુર અને નૈલ પીગળશે નહીં પણ એકદમ બળીને ધૂપક અવસ્થા પ્રાપ્ત કરશે. આ બતાવે છે કે નવસાર, કપુર અને નૈલની ત્રણને બદલે બે જ અવસ્થા છે.

ગંધક ઉપર ગરમીની અસર કપુર, નૈલ અને નવસાર કરતાં બહુ જ છે. ગંધકને ગરમ કરીએ તો પીગળી જાય; હજી ગરમ કરીએ તો પાછો ધન થાય; વધારે ગરમ કરીએ તો પ્રવાહી થાય અને ઉકળવા માંડે, અને ઘેરા, લાલ, ભૂરા અને નારંગી ધૂમાડા બહાર નીકળે. આમ ધન ગંધકની પાંચ અવસ્થા છે, બે ધન, બે પ્રવાહી અને એક ધૂપક.

પ્રકરણ ૨

પદાર્થોનાં વજન, અને ગુરૂત્વાકર્ષણ.

સાધનોની યાદી.

(૧) લાકડું, (૨) સીસું, (૩) લોખંડ, (૪) પત્થર, (૫) દિવેલ, (૬) ચેટ્ટેલ, (૭) ઘાસ્તેલ (૮) કરાનળીઓ અને (૯) જલપાત્ર.

શિક્ષકને સૂચના:—

- (૧) લાકડાનો કકડો પાણીમાં મૂક; તે તરે છે તે બતાવો.
- (૨) સીસાનો અને લોખંડનો કકડો, અને પથર પાણીમાં નાખો. તે ડૂબી જાય છે તે બતાવો.
- (૩) ત્રણ કશનળીમાં પાણી લો; એકમાં દિવેલ, બીજીમાં પેટ્રોલ અને ત્રીજીમાં ધાસ્તેલ નાંખો. ત્રણે પ્રવાહી તરે છે તે બતાવો.
- (૪) લાકડું, દિવેલ, ધાસ્તેલ, અને પેટ્રોલ પાણી કરતાં હલકાં છે.
અને

સીસું, લોખંડ, પથર વગેરે પાણી કરતાં ભારે છે, એ સિદ્ધ કરો.

એ તો સામાન્ય જ્ઞાનની વસ્તુ છે કે લાકડું પાણીમાં તરે છે, જ્યારે લોખંડ, સોનું, પારો, સીસું, પથર વગેરે પાણીમાં ડૂબી જાય છે.

એ જ પ્રમાણે ત્રણ કશનળીમાં પાણી લઈ, દિવેલ, પેટ્રોલ અને ધાસ્તેલ જૂદી જૂદી કશનળીમાં નાંખીએ તો માલમ પડશે કે એ ત્રણે પ્રવાહી પદાર્થો પાણીમાં તરે છે. આ ઉપરથી એટલું અનુમાન થઈ શકે કે,

લાકડું, દિવેલ, પેટ્રોલ અને ધાસ્તેલ પાણી કરતાં હલકાં છે.

જ્યારે

લોખંડ, સોનું, પારો, સીસું, પથર વગેરે પાણી કરતાં ભારે છે.

હવે એ બધા પદાર્થો પાણી કરતાં કેટલાં હલકાં અને કેટલાં ભારે છે તેનો વિચાર કરીએ.

આપણે એક પોલો ધન લઈએ. તેની દરેક બાજુ એક પુટ છે, એટલે તેનું ક્ષેત્રફળ એક ચોરસ પુટ ગણાય અને તેનું કદ ૧ ધનપુટ કહેવાય છે. હવે એમાં પાણી ભરીએ અને આપણે એનું વજન કરીએ, તો ફક્ત એક ફુટ પાણીનું જ વજન આશરે ૬૨ પાઉન્ડ થશે. એ જ પ્રમાણે એવા ધનની અંદર પારો ભરીએ તો તેનું વજન ૮૪૮ પાઉન્ડ થશે, જેના ઉપરથી ત્હમને માલમ પડશે કે પાણી કરતાં પારો આશરે ૧૩૫ ગણા ભારે છે.

પેટ્રોલ પાણી લોખંડ સીસું ખાસ સોનું



૪૩ ૬૨ ૪૮૬ ૭૦૯ ૮૪૮ ૧૨૦૫ પાઉન્ડ

ચિત્ર નં. ૧

એ જ ધનમાં પેટ્રોલ ભરીને વજન કરીશું તો એનું વજન આશરે ૪૩ પાઉન્ડ થશે જે બતાવે છે કે પેટ્રોલ પાણી કરતાં ૬૭ ગણું હલકું છે.

એ જ પ્રમાણે લોખંડનો એક ધન, સોનાનો એક ધન, સીસાનો એક ધન લો અને વજન કરો તો તેનાં વજન અનુક્રમે ૪૮૬, ૧૨૦૫, ૭૦૯ પાઉન્ડ થશે જે બતાવે છે કે આ બધા પદાર્થો પાણી કરતાં અનુક્રમે ૭૬, ૧૮૩, ૧૧૪ ગણાં ભારે છે. આ બધા વજન ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે

લાકડું સૌથી હલકું છે અને સોનું સૌથી ભારે છે, જ્યારે પેટ્રોલ સિવાય બધી વસ્તુઓ પાણી કરતાં ભારે છે.

દવે આપણે પદાર્થોનાં વજન એટલે શું એ તપાસીએ.

આપણે જાણીએ છીએ કે પથરો કાંચે ફેંકવામાં આવે તે નીચે પડે.

ઝાડ ઉપરથી કળ પડે તો જમીન ઉપર પડે. સવાલ એ છે કે કળ કાંચે કેમ જતું નથી, અને નીચે કેમ આવે છે? નીચે આવવાનું કારણ છે.

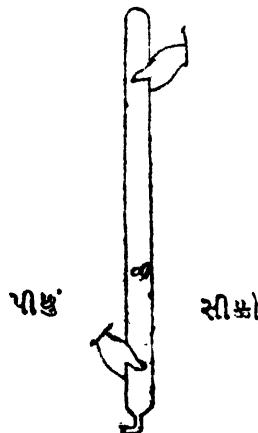
આખરેક ન્યુટન નામના વિજ્ઞાનીએ શોધી કહાડયું કે દરેક પદાર્થને પૃથ્વી આકર્ષે છે, હલકા પદાર્થને ઓછા બળથી અને ભારે પદાર્થને વધારે બળથી. આપણે જ્યારે એમ કહીએ કે એક ધનકુટ પારાનું વજન ૮૪૮ પાઉન્ડ છે ત્યારે એનો અર્થ એ એક ધનકુટ જેટલા પારાને પૃથ્વી ૮૪૮ પાઉન્ડના બળે ખેંચે છે. આપણે જ્યારે એમ કહીએ કે આપણા શરીરનું વજન ૮૦ પાઉન્ડ છે ત્યારે

એનો અર્થ એ કે પૃથ્વી આપણને ૮૦ પાઉન્ડના બળથી આકર્ષે છે. તેથી

વજન એ પૃથ્વીના આકર્ષણનું માપ છે.

આ જે આકર્ષણની આપણે વાત કરી તે આકર્ષણ ગુરુત્વાકર્ષણ નામે ઓળખાય છે. દરેક વસ્તુ ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણ સરખું હોય છે. એક પાઉન્ડ અને બે પાઉન્ડના પથરા આપણે નાંખીએ તો બન્ને એકી જ વખતે જમીન ઉપર પડશે. પણ આપણે એક પથર અને એક કાગળ નાંખીએ તો આપણને એમ લાગશે કે પથરા વહેલો પડશે અને કાગળ મોડો પડશે. આનું કારણ એ નથી કે કાગળ લલકો હોવાથી એના ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ ઓછું છે. પણ કાગળને પવન વગેરેની ઘણી નડતર હોય છે. ગેલીલો નામના વિજ્ઞાનકે બતાવી આપ્યું કે એક લાંબી પોલી નળીમાંથી હવા કાઢી નાંખી તેમાં એક સીક્રો અને એક પીક્રું નાંખવામાં આવે તો બન્ને સાથે જ પડશે. એ બતાવે છે કે પૃથ્વીનું આકર્ષણ બધા પદાર્થો ઉપર સરખું છે.

હવા વિનાની નળી



ચિત્ર નં. ૨

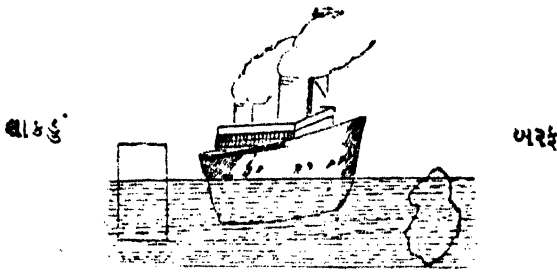
પ્રકરણ ૩.

પાણીમાં અને હવામાં તરતા પદાર્થો.

શિક્ષકને સૂચના :—

- (૧) બલૂન, એરોપ્લેન, એપેલીન, સબમેરીનનાં ચિત્રો બતાવો.
- (૨) સબમેરીનમાંથી બહાર જોવાનું ચંત્ર દરિયાની સપાટી ઉપર રહે એવી રીતે જ સબમેરીનને હુબાવવામાં આવે છે તે સમજાવો.
- (૩) બલૂન, એપેલીન અને એરોપ્લેનનો તફાવત સમજાવો.
- (૪) બલૂન, એપેલીનમાં આર્દ્રવાયુ વપરાય છે જ્યારે એરોપ્લેનમાં વાયુ વપરાતો જ નથી અને ખતિ ત્વરિત હોય છે તે બતાવો.

વહાણ



ચિત્ર નં. ૩

આપણે જોઈ ગયા કે લાકડું, દિવેલ, પેટ્રોલ, ઘાસતેલ વગેરે પદાર્થો પાણીથી હલકા હોવાથી તરે છે જ્યારે પથ્થર, લોખંડ, સીસું વગેરે પદાર્થો પાણીથી ભારે હોવાથી પાણીમાં ડૂબી જાય છે. ખરફ પાણીમાં નાંખીએ તો તરે. દરિયામાં કેટલીક વાર મોટા ખરફના પર્વતો તરતા જોવામાં આવે છે. તેનું કારણ એ છે કે ખરફ પાણી કરતાં થોડો હલકો છે. એથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે

પાણીથી હલકા પદાર્થો પાણીમાં તરે છે.

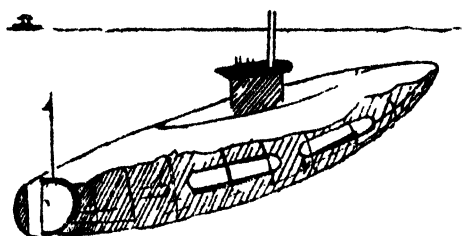
પાણીથી ભારે પદાર્થો પાણીમાં ડૂબે છે.

તો સામાન્ય સવાલ એ થાય છે લોખંડના બનેલા વહાણો કેવી રીતે પાણીમાં તરી શકે ? એનું કારણ એ છે કે વહાણ પોલું

હોવાથી અંદર ધણી જ હવા ભરેલી હોય છે એટલે એકંદરે લોખંડનું વહાણ પાણી કરતાં હલકું છે. હવે જો એ વહાણમાં ગાબડું પડે તો પાણી પેસી જવાથી એનું વજન વધે છે અને તે ડુબી જાય છે. આ જ સિદ્ધાંત ઉપર પાણીમાં ચાલતાં વહાણો રચાયાં છે.

સબમેરીન :

જોવાનું ચિત્ર



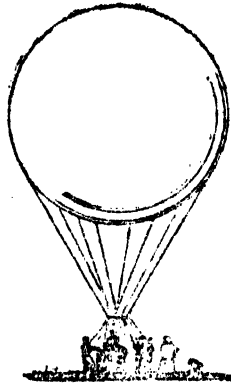
પાણીની ટાંકીઓ

સબમેરીન

ચિત્ર નં. ૪

સબમેરીન એટલે પાણીની અંદર ચાલતું વહાણ. તે સાધારણ રીતે દરિયાની સપાટી ઉપર તરતું હોય છે, પણ એની અંદર પાણી ભરવા માટે મોટી ટાંકીઓ રાખવામાં આવે છે. જ્યારે વહાણના કેપ્ટનને ગુપ્ત રીતે કામ કરવા પાણીમાં પેસી જવું હોય ત્યારે એ આ ટાંકીઓમાં પાણી લે જેથી વહાણનું વજન વધે અને સબમેરીન નીચે જાય. જ્યારે પાછું ઉપર આવવું હોય ત્યારે ટાંકીમાંથી પાણી કાઢી નાંખે એટલે વહાણ હલકું થાય અને ઉપર આવે. દરિયાની સપાટી ઉપરની વસ્તુઓ જોવા માટે એમાં એક લાંબી નળી રાખવામાં આવે છે જેની ટોચ બહાર રહે છે અને બીજો છેડો સબમેરીનમાં રહે છે. બન્ને છેડે કાચ રાખવામાં આવે છે અને સબમેરીનને એવી રીતે ડુબાવવામાં આવે છે કે નળીની ટોચ અને સાથેના કાચ સપાટી ઉપર રહે. પદાર્થોનું પ્રતિબિંબ ટોચ ઉપરના કાચમાં પડે અને એ પ્રતિબિંબનું પ્રતિબિંબ સબમેરીનના કાચમાં પડે, જેથી પદાર્થ જોઈ શકાય.

બલૂન.



કંડીઓ

ચિત્ર નં. ૫

બલૂન

જે પ્રમાણે પાણીથી હલકા પદાર્થો પાણીમાં તરે છે તે જ પ્રમાણે હવાથી હલકા પદાર્થો હવામાં તરે છે. આ સિદ્ધાંત ઉપર બલૂન અને વિમાનો રચાયાં છે. બલૂનની અંદર કોઈ એવો વાયુ આપણે ભરવો જોઈએ જે હવા કરતાં હલકો હોય. ગરમ હવા ઠંડી હવા કરતાં હલકી હોય છે એટલે શરૂઆતમાં બલૂનમાં ગરમ હવા ભરવામાં આવતી. એ બલૂન ઉપર જતું પણ હવા પાછી ઠંડી પડી જતી એટલે બલૂન નીચે આવતું. પછીથી કોલસામાંથી નીકળતો કોલસાનો વાયુ ભરવામાં આવ્યો, જે હવા કરતાં ટુંગણો હલકો છે, પણ તેથી બલૂન બહુ ઊંચે ન ઊડી શકતું. પછી હાઈડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ શોષી કાઢવામાં આવ્યો જે હવા કરતાં ટુંગણો હલકો છે, એટલે એની મદદથી ઘણે ઊંચે ઊડી શકાય. આવાં બલૂનો ૩૭૦૦૦ ફુટ ઊંચે ઊડી શક્યાં છે.

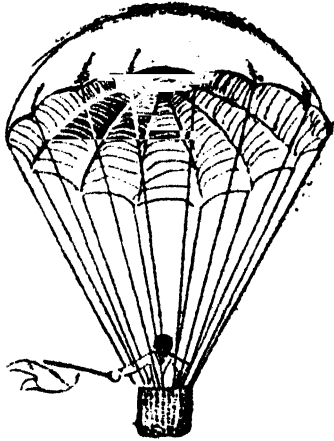
બલૂનને ન્યારે ઊરાડવું હોય ત્યારે તેની ચોટી કાથળામાં

આર્દ્રવાયુ ભરવામાં આવે છે. આર્દ્રવાયુ એટલો હલકો છે કે બલૂનને જમીન સાથે બાંધી રાખવામાં આવે છે. જ્યારે પૂરેપૂરો આર્દ્રવાયુ ભરાઈ જાય ત્યારે નીચેના કંડીયામાં બલૂન ઉરાડનાર રેતીની કાથળા સાથે બેસે છે અને પછી દોરડાં કાપી નાંખવામાં આવે છે. રેતીની કાથળાઓ રાખવાનું પ્રયોજન એ હોય છે કે બલૂન સીધું રહી શકે અને જો વજન વધી જતું લાગે તો ઉરાડનાર કાથળાઓ નીચે નાંખી શકે જેથી બલૂન હલકું થતું જાય અને ઊડતું જાય.

જ્યારે વિમાનીને નીચે ઉતરવું હોય ત્યારે બલૂનના એક છિદ્રમાંથી આર્દ્રવાયુ ધીમે ધીમે કાઢી નાંખવામાં આવે છે એટલે બલૂન ભારે થતું જાય છે અને ઉતરે છે.

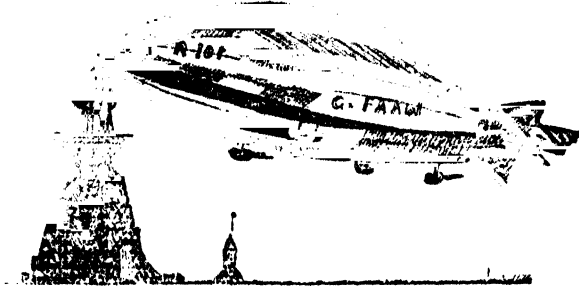
બલૂનમાં અકસ્માત થાય તો સહેલાઈથી ઉતરવા માટે છત્રીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

બલૂનની છત્રી.



ચિત્ર નં. ૫ અ

આર્દ્રવાયુ બહાર નીકળી ન જાય તે માટે કાથળામાં બે રેશમના પડની વચ્ચે રખતરું પડ મૂકી રસાયન ચોપડવામાં આવે છે.



ચિત્ર નં. ૬

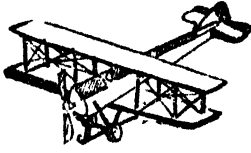
ઝેપેલીન.

બલૂનનો ગેરફાયદો એ કે ગમે તે દિશામાં પવન સાથે ધસડાય. કાઉન્ટ ઝેપેલીન નામના વિજ્ઞાનીએ ધારેલી દિશામાં ઉડવાને માટે ઝેપેલીન નામનું વિમાન બનાવ્યું જે ૪૮૦ ફુટ લાંબુ અને ૪૮ ફુટ પહોળું હતું અને એથ્યુમીનીઅમ ધાતુનું બનાવેલું હતું. એમાં આર્દ્રવાયુ ભરવામાં આવ્યો હતો જેથી ઝેપેલીન હલકું થવાથી ઉડતું ધારેલી દિશામાં ઉડવા માટે ઝેપેલીન નીચે એન્જીન મૂકવામાં આવ્યું હતું; જેમાં વિમાની સુકાન પાસે બેસતો.

લડાઈ દરમ્યાન આ ઝેપેલીનોએ બહુજ ત્રાસ વર્તાવ્યો હતો. કાઉન્ટ ઝેપેલીનના ચેલા ડો. હ્યુગો એકનર નામના એક જર્મન વિમાનીએ “ગ્રાફ ઝેપેલીન” નામનું એક મોટું ઝેપેલીન બનાવ્યું છે અને એ ઝેપેલીનમાં ૭૬ મુસાફરોને બેસાડીને એણે સહીસલામત જર્મનીથી અમેરિકા આશરે ૭૧ માઈલની ઝડપે મુસાફરી કરી હતી.

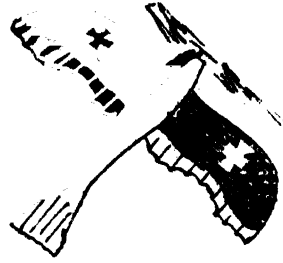
જર્મન લોકોના સાહસથી પ્રેરાઈ અંગ્રેજોએ આર. ૧૦૧ નામનું બીજું ઝેપેલીન તૈયાર કર્યું જે ૭૭૭ ફુટ લાંબુ હતું. વિલાયતથી ૫૪ મુસાફરોને લઈને હિંદુસ્તાન આવવા ઉપડ્યું પણ પવનના ઝપાટાથી વાકું વળી ગયું અને ટેકરી સાથે અથડાઈ ૧૯૩૦ ના ઓક્ટોબરની ૪ થી તારીખે રાત્રે ૨૧ વાગે ફાંસમાં નાશ પામ્યું.

એરોપ્લેન



ચિત્ર નં. ૭

એરોપ્લેન



ચિત્ર નં. ૮

એરોપ્લેન.

આ વિમાનમાં કેમપણ વાયુ ભરવામાં નથી આવતો પણ એ પક્ષી માફક ઉડે છે. જેમ પક્ષીને એ પાંખ હોય છે તેમ એરોપ્લેનને એ પાંખ હોય છે. જેમ પંખી હવા કાપતું ઉડે છે તેમ વિમાન પંખાથી હવા કાપતું ઉડે છે. જેમ પક્ષી શરીરના બળથી ઉડે છે તેમ એન્જીનની મદદથી ધારેલી દિશામાં એરોપ્લેન ઉડી શકે છે. ૧૯૦૩ ની સાલમાં સાઇકલનું સમારકામ કરતા રાઇટનામના બે ભાઇઓએ એરોપ્લેન શોધી કહાડ્યું. એ રાઇટ ભાઇઓ ન્યારે સૌથી પહેલા ઉડ્યા ત્યારે વિમાનની ઝડપ કલાકના ૩૦ માઇલની હતી. આજે ૨૭ વર્ષ પછી વિમાનની ઝડપ ૩૫૯ માઇલ જેટલી થઇ છે અને એમ આશા રખાય છે કે ૨૫ વર્ષ પછી કલાકના ૧૦૦૦ માઇલની ઝડપે આપણે ઉડી શકીશું.

* બલન, એપલીન અને એરોપ્લેનની સંપૂર્ણ વિગતો માટે જુઓ મારો લેખ “ગગનપથે” “કુમાર” માહ અને ચૈત્ર (૧૯૮૫) ના અંકો.

પ્રકરણ ૪.

આર્કિમીડીસનો નિયમ.

સાધનોની યાદી :

(૧) ત્રાજબું, (૨) લોખંડના બે સરખા કકડા, અને (૩) દોરી.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) બે સરખા વજનના લોખંડના કકડા લો. એકને ત્રાજવાની દાંડીના એક છેડે લટકાવો અને બીજાને દાંડીના બીજા છેડે લટકાવી પાણીમાં લટકતા રાખો.

(૨) હવામાં લટકતો કકડો નમી જશે એ બતાવો.

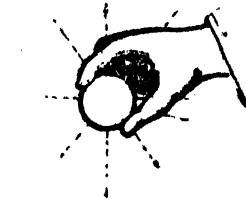
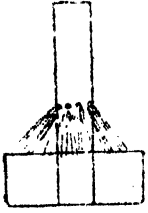
(૩) પદાર્થનું પાણીમાં વજન ઓછું થાય છે એ સિદ્ધ કરો.

આપણે નદીમાં તરવા પડીએ ત્યારે માત્રમ પડશે કે નદીનું પાણી આપણી રહામે દબાણ કરશે. બે પ્રકારના બળો તે વખતે કામ કરે છે: (૧) આપણા શરીરનું વજન જે પૃથ્વીના આકર્ષણને લીધે નીચે જવા મથે છે અને (૨) પાણીનું બળ જે શરીરને ઉપર રાખવા મથે છે. આ બે બળોના પરિણામે આપણું શરીર પાણીની સપાટી ઉપર રહે છે. આપણું શરીર પાણી કરતાં હલકું છે એટલે પાણીમાં તરે છે, પણ જો આપણા શરીરમાં ઘણું પાણી જાય તો આપણું શરીર સખમેરીન માદક પાણી કરતાં ભારે થવાથી પાણીમાં આપણે ડૂબી મરીએ.

એજ પ્રમાણે પાણી ઉપર ખુચ મૂકીએ તો ખુચ તરતો રહેશે કારણકે ખુચ પાણી કરતાં હલકો છે. પણ આપણે ખુચ સાથે પથર લટકાવીએ તો પથર પાણી કરતાં ભારે હોવાથી ડૂબી જાય છે.

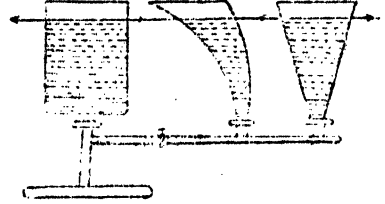
આપણે લોદું પાણીમાં નાંખીએ તો ડૂબી જાય કારણકે લોદું પાણી કરતાં ભારે છે, પણ લોદું પાણીમાં નાંખીએ તો તરે કારણકે આપણે જોઈ ગયા કે લોદું પાણી કરતાં હલકું છે.

પ્રવાહીનું સરખું દબાણ.



ચિત્ર નં. ૬

પ્રવાહીની સરખી સપાટી

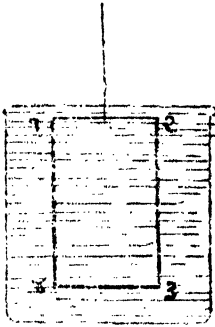


ચિત્ર નં. ૬ અ

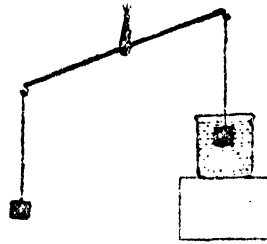
આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે પદાર્થો ઉપર પ્રવાહીઓનું અને પાણીનું દબાણ અસર કરે છે. પાણીનું અને પ્રવાહીઓનું દબાણ સરખી સપાટીએ હંમેશાં સરખું હોય છે. (ચિત્ર ૬, ૬ અ.) આપણે રચરો દડો લઈ તેમાં છિદ્રો પાડીએ. (ચિત્ર નં. ૬) પછી એમાં પાણી ભરી દબાવીએ તો પાણીના કુવારા દરેક દિશામાં સરખી રીતે ઊડશે. અથવા તો એક પોલી નળીની અંદર છિદ્રો પાડીને ઉપરથી પાણી નાંખીએ તો પાણીના કુવારા સરખી રીતે ઊડશે. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે પાણીનું દબાણ સરખી સપાટી ઉપર સરખું છે.

હવે પાણી ને પદાર્થો ઉપર દબાણ કરે તો પદાર્થોના વજનમાં શું ફેર પડે તે આપણે તપાસીએ. એ તો સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે જ્યારે આપણે કુવામાંથી પાણી કાઢીએ છીએ ત્યારે જ્યાંસુધી ડોલ પાણીમાં હોય છે ત્યાંસુધી વજન હલકું લાગે છે. જ્યારે ડોલ બહાર આવે ત્યારે ભાર લાગે. દોરડાં ખેંચવાની રમતમાં એક બાળુ ઉપર સરખા બળવાળા ૧૨ છોકરાઓ હોય અને બીજી બાળુ ઉપર સરખા બળવાળા ૧૫ છોકરાઓ હોય તો ૧૫ છોકરાઓ તરફ દોરડું ખેંચાશે, અને એ બાળુ ઉપર ૩ છોકરાઓનાં બળ જેટલું બળ વધારે રહેશે. એક વસ્તુ ઉપર દક્ષિણ દિશા તરફ ૫ પાઉન્ડનું દબાણ હોય અને ઉત્તર દિશા તરફ ૨ પાઉન્ડનું દબાણ હોય તો કુલ દબાણ દક્ષિણ દિશામાં ૩ પાઉન્ડનું રહેશે એ સહેલાઈથી સમજાય એવું છે.

આ સિદ્ધાંત ઉપર આર્કિમીડીસે પોતાનો નિયમ શોધી કાઢ્યો. એણે જોયું કે જ્યારે એ પાણીમાં તરવા પડ્યો હતો ત્યારે એને નીચેથી પાણીનું દબાણ લાગવાથી વજન હલકું લાગતું. એ પ્રમાણુ ઉપરથી એણે સિદ્ધાંત શોધી કાઢ્યો. એ સિદ્ધાંત સ્થાપના માટે આપણે એક સરલ દાખલો લઈએ.



ચિત્ર નં. ૧૦



ચિત્ર નં. ૧૦ અ

૫ ધનકુટનો લોખંડનો એક કકડો ૧, ૨, ૩, ૪ લઈએ. એનું વજન કાઢવું સહેલું છે. ૧ ધનકુટ લોખંડનું વજન ૪૮૬ પાઉન્ડ છે તો ૫ ધનકુટ લોખંડનું વજન ૨૪૩૦ પાઉન્ડ થશે. એટલું વજન પાણીમાં લટકાવીએ અને વજન કરીએ તો ૫ ધનકુટ પાણી ખસીને જાયું આવશે. આપણે એ બળતી ગણતરી કરવાની છે. (૧) ૨૪૩૦ પાઉન્ડ વજન જે પાણી ઉપર દબાણ કરે છે અને (૨) ૫ ધનકુટ પાણીનું વજન ૩૧૨ પાઉન્ડ જે કકડા ઉપર દબાણ કરે છે. આપણે એ પદાર્થનું વજન પાણીમાં કરીશું તો (૨૪૩૦-૩૧૨) ૨૧૧૮ પાઉન્ડ થશે એટલે મૂળ વજન કરતાં ૩૧૨ પાઉન્ડ ઓછું થશે. આનું કારણ સ્થૂંચેલા કાય એમ છે. પદાર્થનું દબાણ ૨૪૩૦ પાઉન્ડ, પાણીનું દબાણ ૩૧૨ પાઉન્ડ; આ બન્ને બળો સ્થાપકામ કરે છે એટલે પદાર્થનું પાણીમાં વજન ૨૧૧૮ પાઉન્ડ રહે છે.

એજ પ્રમાણે દશ ધનકુટનો લોખંડનો કકડો પાણીમાં મૂકીએ

તો પાણીમાં એનું વજન દશ ધનકુટ પાણીના વજન જેટલું ઓછું થશે. એટલે પાણીમાં વજન ૧૮૦૬ પાઉન્ડ થશે.

એજ પ્રમાણે દશ ધનકુટનો કોખડનો કકડો દારૂમાં મૂકીએ તો દારૂમાં એનું વજન દશ કુટ દારૂના વજન જેટલું ઓછું થશે.

આવા પ્રયોગ ઉપરથી આર્કીમીડીઝે શોધી કહાડયું કે જ્યારે પદાર્થ પાણીમાં લટકાવવામાં આવે છે ત્યારે એનું વજન ઓછું થાય છે અને તે ઓછું વજન જેટલું પાણી તે પદાર્થથી ખસેડાયું હોય તેનાં વજન જેટલું હોય છે.

પ્રકરણ ૫.

વજન ઊંચકવાના યંત્રો.

ત્રાજવું, ઉચ્ચાલન, ઢાળ, ગરગડી વગેરે.

જોઈતા સાધનોની યાદી :—

(૧) ત્રાજવું, (૨) કાપા અને હુકવાળી એક દાંડી, (૩) ઢાળ, ગરગડી વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) ત્રાજવામાં મધ્યબિંદુ બરાબર મધ્યમાં જોઈ એ એ સમજાવો.

(૨) કાપા અને હુકવાળી દાંડી લઈ જુદે જુદે અંતરે વજન લટકાવો. જમણી અને ડાબી દાંડીનું પ્રમાણ ૧:૨ હોય તો વજનનું પ્રમાણ ૨:૧ હોય; દાંડીનું પ્રમાણ ૧:૪ હોય તો વજનનું ૪:૧ હોય તે સિદ્ધ કરો.

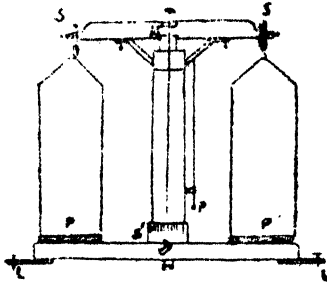
(૩) ઢાળ ઉપર ચઢાવવા માટે મોડોડું વજન મૂકી અને થોડા વજનથી તે જાંચકી શકાય છે તે બતાવો.

(૪) એક ગરગડી લટકાવો: બન્ને બાજુ ઉપર સરખાં વજન જોઈએ છે તે સ્થમજાવો.

(૫) બે ગરગડી લો. હવે પહેલાં કરતાં અડધું વજન જાંચકવા માટે જોઈએ તે સ્થમજાવો.

(૬) ત્રણ ગરગડી લો: હવે પહેલાં કરતાં ૧/૪ વજન જાંચકવા માટે જોઈશે તે સ્થમજાવો.

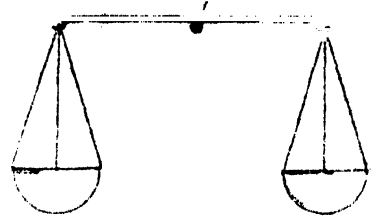
ત્રાજવું



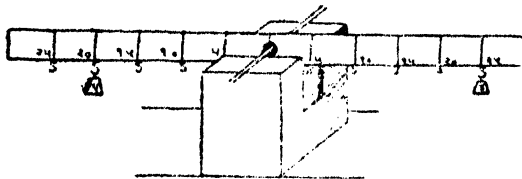
ચિત્ર નં. ૧૧

આપણે કોઈપણ વસ્તુનું વજન કાઢવું હોય તો ત્રાજવું વાપરીએ. ત્રાજવામાં એ પદ્ધતિ હોય છે. જમણા પદ્ધતિમાં વજન મૂકીએ અને ડાબા પદ્ધતિમાં જે વસ્તુનું વજન કાઢવું હોય તે મૂકીએ. એ ત્રાજવાને દાંડીના મધ્યબિંદુથી લટકાવવામાં આવે છે. જ્યારે કોઈ પદાર્થ ચાર પાઉન્ડ વજનનો હોય ત્યારે જમણા પદ્ધતિમાં ચાર પાઉન્ડ મૂકવા પડે. પણ મધ્યબિંદુ બરાબર ન હોય તો વજનમાં બહુ ફેર પડે. એમ માનો કે એ દાંડી ૬ ફુટ લાંબી છે અને એનું મધ્યબિંદુ ૩ ફુટ ઉપર હોવાને બદલે ડાબી બાજુથી ગણતાં ૨ ફુટ ઉપર છે. ૪ પાઉન્ડનું વજન ઊંચકવાનું છે. તો જમણા પદ્ધતિમાં ૪ પાઉન્ડ મૂકવાને બદલે ૨ પાઉન્ડ મૂકવા પડશે. એનો અર્થ એ કે ડાબી બાજુની દાંડી જમણી કરતાં અડધી હોય તો આપણે જમણી બાજુ ઉપર અડધું વજન મૂકવું પડે.

ચિત્ર નં. ૧૨



દાંડી

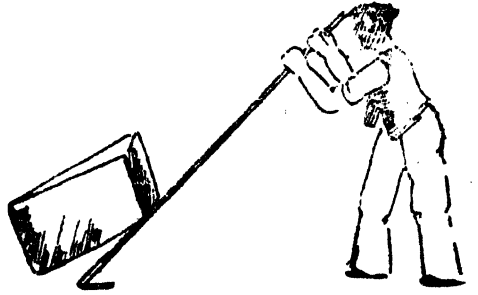
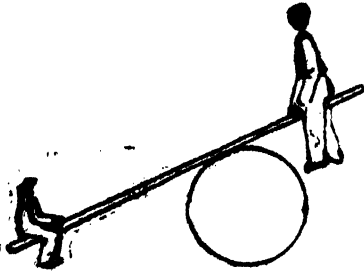


ચિત્ર નં. ૧૩

પણ એને બદલે ડાબી બાજુની દાંડી જમણી કરતાં જમણી હોય તો જમણા હાથમાં બમણું વજન મૂકવું પડે. એટલે ડાબી દાંડી ૨૦ ઈંચ હોય અને વજન ૫ પાઉન્ડ હોય, અને જમણી દાંડી ૨૫ ઈંચ હોય તો વજન ૪ પાઉન્ડ જ મૂકવું પડે. (ચિત્ર ૧૩)

જમણા બન દંડ

જમણા બન દંડ

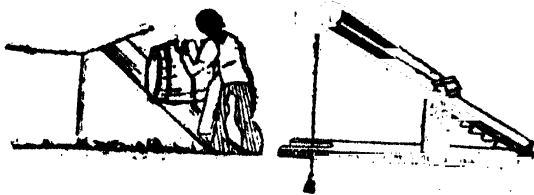


ચિત્ર નં. ૧૩

ચિત્ર નં. ૧૪ અ.

લાવાઈ એ કે જેમ દાંડી લાંબી હોય તેમ વજન સરલતાથી ઊંચકી શકાય. ચિત્રમાં ત્હમે જુવો છો કે પીપ ઉપર પાડીઆતું બિંદુ છે, અને લાંબી દાંડી ઉપર ન્હાનો છોકરો બેઠો છે જે ટુંકી દાંડી ઉપર બેઠેલા મ્હોટાને ઊંચકી શકે છે, જેટલા પ્રમાણમાં દાંડી લાંબી તેટલા પ્રમાણમાં બળ આપું કરવું પડે.

દાળ



ચિત્ર નં. ૧૫

ઉપર જણાવેલાં સિદ્ધાંત ઉચ્ચાલનમાં કામ આવે છે. મ્હોટું વજન આપણને ઊંચકવું હોય તો સીધું ઊંચકવું અઘરું પડે કારણકે પૃથ્વીનું સીધું આકર્ષણ એ પદાર્થને ખેંચી રાખે છે. મ્હોટો પથર ખસેડવો હોય તો ઊંચકીને ખસેડવો બહુ જ અઘરો પડે છે માટે આપણે એક લાકડાનો વાંસ અથવા કોશ લઇએ અને તેને એવી રીતે પથરા નીચે મૂકીએ કે જેથી એનો મ્હોટો ભાગ આપણા હાથમાં રહે. ચિત્ર ૧૪ અ માં આપણે જોઈએ છે કે મજૂરના હાથમાં આવા વાંસનો લાંબો ભાગ હોય છે. આવા પ્રકારના વાંસને ઉચ્ચાલન દંડ કહેવામાં આવે છે. જો હાથમાં રહેતો ભાગ નહાનો હોય તો ઊંચકવાનું કામ બહુ જ અઘરું પડે.

ઢાળ:—જ્યારે કોઇ ભારે વસ્તુને ઊંચે ચઢાવવી હોય ત્યારે સીધી રીતે ચઢાવવી બહુ જ અઘરી પડે છે કારણકે પૃથ્વીનું આકર્ષણ એને નીચે ખેંચી રાખે છે. પણ એને બદલે આપણે ઢાળ જેવી રચના કરીએ તો આપણું કામ સરલ થાય.

એમ ધારે કે પાંચ પાઉન્ડ વજન આપણે ઢાળની ટોચે ચઢાવવું છે. તો એ વજનને દોરી બાંધી એને ગરગડી ઉપરથી પસાર કરી નીચે ન્હાતું પદ્ધતિ લટકાવીએ.

ઢાળની લંબાઇ ૫ ફુટ છે અને ઊંચાઇ ૩ ફુટ છે અને આપણને ૫ પાઉન્ડનો નળાકાર ઢાળ ઉપર ચઢાવવો છે. પદ્ધતિમાં ત્રણ પાઉન્ડનું વજન મૂકીશું તો એ નળાકાર ઢાળ ઉપર ચઢી જશે.

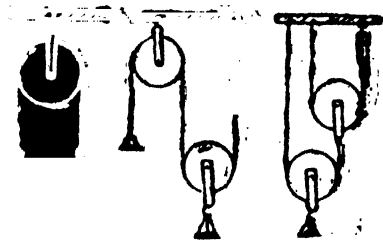
જેમ ઢાળની લંબાઇ વધારે હોય તેમ આપણને ઓછો શ્રમ કરવો પડે. ઢાળની લંબાઇ ૮ ફુટ હોય અને ઊંચાઇ ૬ હોય અને ૮ પાઉન્ડનું વજન ઊંચકવું હોય તો ૬ પાઉન્ડ પદ્ધતિમાં મૂકવાથી ૮ પાઉન્ડનું વજન ઊંચકી શકાય.

ચિત્ર(નં. ૧૫)માં ત્હમે જુવો છો કે ગાડામાં પીપ ચઢાવનાર

મજૂર પીપ સીધું ચઢાવવાને બદલે ઢાળ ઉપર ચઢાવે છે જેથી ઓછો શ્રમ પડે છે.

ઢાળથી વસ્તુઓ સહેલાઈથી ઊંચકી શકાય છે.

ગરગડી



ચિત્ર નં. ૧૭

ગરગડી:—વસ્તુઓ ઊંચકવાનું બીજું યંત્ર તે ગરગડી. એ ગરગડીની આસપાસ દોરી પસાર કરેલી હોય છે અને જે વજન ઊંચકવાનું હોય છે તે ડાબી બાજુ ઉપર મૂકવામાં આવે છે. જે વજનથી ઊંચકવાની ક્રિયા કરવાની છે તે જમણી બાજુએ મૂકવામાં આવે છે. જ્યારે એક જ ગરગડી હોય છે ત્યારે જમણી અને ડાબી બાજુ ઉપર સરખું વજન જોઈએ છે. પણ એકને બદલે ૨ ગરગડી મૂકીએ તો આપણને ફાયદો થાય.

એમ માનો કે આપણને ચાર પાઉંડનું વજન ઊંચકવાનું છે. આપણે એ ગરગડી મૂકીએ તો ચાર પાઉંડ વજન ઊંચકવા માટે ૨ જ પાઉંડ જોઈશે. એને બદલે ત્રણ ગરગડી મૂકીએ તો ચાર પાઉંડ ઊંચકવાને માટે ૧ જ પાઉંડ વજન જોઈશે. જેમ ગરગડી વધારતા જઈએ તેમ વજન ઓછું મૂકવું પડે જે ગરગડીનો ફાયદો છે.

પ્રકરણ ૬.

હવા.

ઝેઈતા સાધનોની યાદી :

(૧) કાચનું જલપાત્ર, (૨) એક પાણીનો લોટો, (૩) એક આક્રીવાળો લોટો, (૪) હવાભારમાપક (બેરોમીટર) નળી, (૫) પારો, (૬) હવાભાર-માપક યંત્ર અને વાયુપાત્ર (gas jar).

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) જલપાત્રમાં પાણી લઈ પાણીથી લોટો ભરતાં અંદરથી હવાના પરપોટા નીકળે છે તે બતાવો.

(૨) ખાલી વાસણનું વજન હંમેશાં થોડી હવા અંદર હોવાથી વિશેષ હોય છે તે સ્હમજાવો. એનું ખરૂં વજન તો હવા કાઢી નાંખવાથી જ થઈ શકે એ સ્હમજાવો.

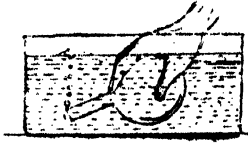
(૩) ૩૬" હવાભારમાપક નળી લઈ તેમાં પારો ભરો; એને એક ખીબા પારાવાળા વાસણમાં ઢંધી મૂકો. થોડો પારો ઉતરી પડે છે એ બતાવો. પારાની ઊંચાઈ માપો અને આશરે ૩૦" હોય છે એ બતાવો. ૩૦" પારાનું વજન ૨૦૦ માઈલ હવા બરાબર છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) વિદ્યાર્થીને હવાભારમાપક યંત્ર દરરોજ બતાવો અને પારો ચઢતર થાય છે તે બતાવો. ખાસ કરીને ચોમાસામાં એ યંત્ર વારંવાર બતાવો જેથી હવામાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ થઈ શકે.

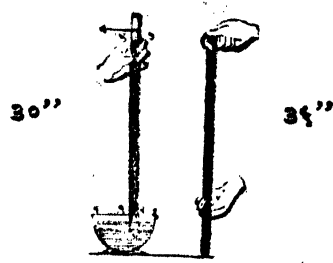
(૫) હવાનું દબાણ ૧૫ પાઉન્ડ જેટલું છે એ સિદ્ધ કરવા વાયુપાત્રમાં પાણી ભરી ઉપર કાગળ ઢાંકો. પછી એ વાયુપાત્રને ઢંધુ કરો. પાણી પડતું નથી એનું કારણ હવાનું દબાણ છે એ સિદ્ધ કરો.

આપણી ચારે તરફ હવા છે. આપણે એ હવાને ઝેઈ શકતા નથી પણ જ્યારે પવન ઝુંકાય છે ત્યારે એ હવાનું જ્ઞાન થાય છે. હવા દરેક વસ્તુમાં ભરાઈ રહે છે તે સિદ્ધ કરવા આપણે એક લોટો લઈએ અને પાણીમાં મૂકી, લોટાને પાણીથી ભરવાનો પ્રયત્ન કરીએ તો લોટામાંથી હવાના પરપોટા નીકળશે. (ચિત્ર નં. ૧૮)

હવાભારમાપક યંત્ર: બેરોમીટર.



ચિત્ર નં. ૧૮



ચિત્ર નં. ૧૯

હવે એ હવાનું વજન છે કે નહીં, અને વજન હોય તો કેટલું છે તે તપાસીએ. તે માટે આપણે એક સોટો લઈ તેનું વજન કરીએ. પછી એ સોટામાંથી વાતાકર્ષક યંત્ર (Air Pump) માર્ફત હવા કાઢી દો અને વજન કરો, તો વજન ઓછું થએલું માલમ પડશે. જો આપણો પ્રયોગ બરાબર હોય તો આપણને માલમ પડશે કે

૧ ઘનફુટ પાણીનું વજન આશરે ૬૨ પાઉન્ડ થાય
ત્યારે

૧ ઘનફુટ હવાનું વજન આશરે $\frac{1}{16}$ પાઉન્ડ થાય
એટલે

હવા પાણી કરતાં ૭૭૫ ગણી હલકી છે.

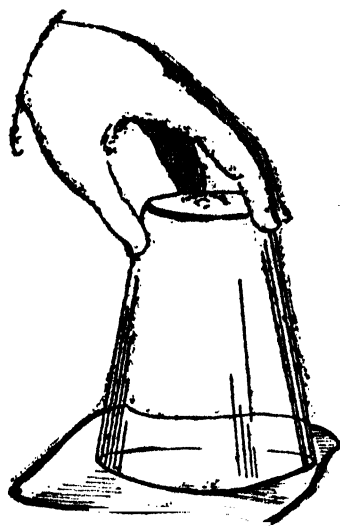
આ હવા પૃથ્વીની સપાટીથી માંડીને આકાશ સુધી પ્રસરેલી છે. વિજ્ઞાનીઓની ગણતરી એવી છે કે આ હવા લગભગ ૨૦૦ માઇલ સુધી ઊંચે પ્રસરેલી છે. જે પ્રમાણે આપણા માથા ઉપર વજન મૂકવું હોય તો આપણે વજન કે દબાણ લાગે તે પ્રમાણે ૨૦૦ માઇલ સુધી ઊંચે આવેલી આ હવાનું દબાણ આપણને લાગવું જોઈએ. એ દબાણ કેટલું થાય એ આપણે સિદ્ધ કરીએ.

૩૬ ઇંચ લાંબી એક સમચોરસ ક્ષેત્રફળની એક પોલી નળા લો અને એમાં પારો ભરો. એક બીજા વાસણમાં પારો ભરી એ નળાને એમાં ઊંધી મૂકો. ત્હમને જણાશે કે થોડો પારો નીચે ઉતરી જશે અને પારાની ઊંચાઇ ફક્ત ૩૦" રહેશે. પારો ૩૦" જ રહે છે અને વધારે કે ઓછો કેમ નહીં ? એ સવાલ સ્વાભાવિક થાય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે સરખી સપાટી ઉપર પ્રવાહીનું દબાણ સરખું હોય છે. એ પ્રમાણે ૧, ૨, ૩, ૪, ઉપર સરખું દબાણ છે, પણ એક ચોરસ ઇંચના ક્ષેત્રફળવાળા ૧, ૨ જગ્યા ઉપર તો ૩૦" પારાનું દબાણ છે, જ્યારે ૩, અને ૪ ઉપર તો ૨૦૦ માઇલ હવાનું દબાણ છે. આ બંને દબાણ સરખાં હોય છે કારણકે એક સપાટી ઉપર દબાણ સરખું હોય છે. આનો અર્થ એ કે ૨૦૦ માઇલ સુધી આવેલી હવાનું દબાણ ૩૦" પારાના દબાણ બરાબર છે અને આ તો સરલ રીતે સ્હમજાય એવું છે. આપણે જોઈ ગયા કે પાણી હવા કરતાં ૭૭૫ ગણું ભારે છે અને પારો પાણી કરતાં ૧૩૬ ગણો ભારે છે એટલે પારો હવા કરતાં ઘણો જ ભારે હોવાથી ૩૦" પારાનું વજન ૨૦૦ માઇલ હવાના વજન બરાબર છે.

હવે આપણે એ ૩૦" ઇંચ પારાનું વજન કરીએ તો આશરે ૧૫ પાઉન્ડ થાય એટલે ૨૦૦ માઇલ હવાનું વજન ૧૫ પાઉન્ડ થાય. એનો અર્થ એ કે ૧ સમચોરસ ઇંચ ઉપર ૨૦૦ માઇલ હવાનું દબાણ ફક્ત ૧૫ પાઉન્ડ છે.

એ વજન આટલું બધું છે એ સિદ્ધ કરવા એક વાયુપાત્રમાં બરાબર પાણી ભરી તેના ઉપર કાગળ બરાબર ઢાંકો અને એ વાયુપાત્રને ઊંધું કરો. ત્હમને જણાશે કે પાણી બીલકલ પડતું નથી. એનું કારણ એ છે કે પાણીનાં વજન કરતાં કાગળની બહાર હવાનું દબાણ (એક ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૫ પાઉન્ડનું) વધારે છે.



ચિત્ર નં. ૨૦

આ પ્રકારની નળી જે હવાનું વજન માપે છે તેને હવા-
ભારમાપક યંત્ર (બેરોમીટર) કહેવામાં આવે છે.

પારો લેવાનું કારણ હવે સરલતાથી સ્પષ્ટમજ્જશે. પારાને બદલે
આપણે પાણી લઈએ તો પાણી પારા કરતાં $\frac{1}{13.6}$ ગણું હલકું
હોવાથી આપણને $34 \times \frac{1}{13.6} = 2.5$ ફુટ લાંબી નળી જોઈશે. પણ ૪૧
ફુટની નળી સાથે આપણે પ્રયોગ કરી શકીએ નહીં એટલે આપણે
પારો લઈએ છીએ.

એ ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે સમુદ્રની સપાટી ઉપર જ
૨૦૦ માઇલની ઊંચાઈની હવાનું દબાણ એક ચોરસ ઇંચ ઉપર
૧૫ પાઉન્ડ છે. આપણે ૨૫ માઇલ ઊંચે જઈએ તો એ જગ્યા
ઉપર ૧૭૫ માઇલ હવાનું વજન ૧૫ પાઉન્ડ ન હોય પણ ઓછું
હોય. સાધારણ હિસાબ ગણીએ તો એ દબાણ ૨૫ માઇલ
હવાના દબાણના વજન $1\frac{1}{2}$ પાઉન્ડ જેટલું ઓછું થાય એટલે

૧૩૬ પાઉન્ડ થાય. અને જો આપણે ૨૦૦ માઇલ જિયે જઇએ તો ત્યાં કંઈ દબાણ ન હોય, પણ એ જગ્યા ઉપર જઇ શકાય જ નહીં. આ ગણતરી ઉપરથી સહમજલ પડશે કે પર્વત ઉપર હવાનું દબાણ સમુદ્રની સપાટી કરતાં ઓછું હોય છે. સામાન્ય રીતે એ ગણતરી છે કે આપણે ૯૦૦ ફુટ ઊંચે જઇએ તો પારો ૧ ઇંચ નીચે ઉતરે એટલે આપણે ૬૦૦૦ ફુટ ઊંચા પર્વત ઉપર જઇએ તો પારો (૩૦-૧૦) ૨૦" ઇંચ રહેશે. હિમાલય ઉપર પારો ૧૧" રહે છે.

પર્વતની ઊંચાઈ આ ચંત્રથી માપી શકાય છે. પહેલાં એ પર્વતની તળેટી આગળ પારાની ઊંચાઇ જોવામાં આવે છે. એમ માનો કે પારો ૩૦" ઉપર છે. પર્વતની ટેકરી ઉપર જઇ ત્યાં પારાની ઊંચાઈ નોંધવામાં આવે છે. એમ માનો કે એ ૨૩" છે. ૧" પારો ઉતરે ત્યારે ૯૦૦ ફુટ જિયે જવાય તો ૭ ઇંચ પારો ઉતરે તો પર્વતની ઊંચાઇ $૯૦૦ \times ૭ = ૬૩૦૦$ ફુટ થાય. આ રીતે આ પારો જગ્યાઓની ઊંચાઇ પ્રમાણે ચઢે-ઉતરે છે. આપણે જમીનમાં ઊંડા જઇએ તો પારો ૩૦"થી ઊંચે જાય.

એ ઉપરાંત આખા વર્ષ દરમ્યાન હવા સરખી રહેતી નથી. ચોમાસું ખેસે તે પહેલાં હવા તપીને ઊંચે જાય છે એટલે હવા હલકી થાય છે અને તેથી પારો ઉતરશે. જ્યારે જ્યારે વર્ષાદ કે તોફાનો થવાની વક્રી હોય ત્યારે હવા હલકી થાય છે અને પારો ઉતરવા માંડે છે અને તેથી વર્ષાદની સૂચના આપણને મળી જાય છે. ખેડૂતો આ હવાભારમાપક ચંત્રની મદદથી હવા કેવા પ્રકારની થશે તેનો અભ્યાસ કરી શકે છે. શિઆળામાં હવા ઠંડી હોય છે એટલે હવા ભારે હોય છે જેથી પારો સામાન્ય રીતે ૨૯"-૩૦" રહે છે. વર્ષાઋતુમાં પારો ૨૮"-૨૯" વચ્ચે રહે છે, જે ૨૮" થી પારો ઉતરે તો ભયંકર તોફાન થાય.

હવાભારમાપક યંત્ર: બેરેમીટર



ચિત્ર નં. ૨૧

ચિત્ર ૧૯ માં બતાવેલી નળી આપણે બધે સ્થળે લઇ શકીએ નહીં જેથી અનુકૂળતા માટે ચિત્ર નં. ૨૧ માં બતાવેલું હવાભારમાપક યંત્ર વપરાય છે. ૧,૨ સરખી સપાટી છે એટલે ત્યાં દબાણ સરખું છે. હવે, ૨ ઉપર હવાનું દબાણ છે; ૧ ઉપર ૩૦" પારાનું દબાણ છે. આ બે દબાણ સરખાં છે, એટલે આવા યંત્રની હવાનું દબાણ માપી શકાય છે.

૨ ઉપર દબાણ વધે તો પારો ૩ થી ઉપર જાય; દબાણ ઓછું થાય તો પારો ૩ થી ઉતરે. ૩ ઉપર શૂન્ય (Vacuum) છે.

આવું વાયુભારમાપક યંત્ર દિવાલ ઉપર સહેલાઈથી લટકાવી શકાય છે. ૧,૩ ત્રીસ લાગમાં બહેંચી નાંખવામાં આવ્યા છે અને ૩૦" આગળ અંગ્રેજીમાં સૂકી હવા, ૨૯" આગળ અનિશ્ચિત હવા, ૨૮"-૨૭" આગળ વર્ષાદ-તોફાન-પવન એવા શબ્દો લખવામાં આવ્યા છે જેથી પારા ઉપરથી હવા કેવી છે તે સમજી શકાય.

પ્રકરણ ૭.

વાતાકર્ષક યંત્ર(Air Pump)ની ઘટના.

સાધનોની યાદી:

(૧) વાતાકર્ષક યંત્ર, (Air Pump) (૨) વાયુપાત્ર, અને (૩) ઘંટા-ઝરપાત્ર (Bell Jar).

શિક્ષકને સૂચના:

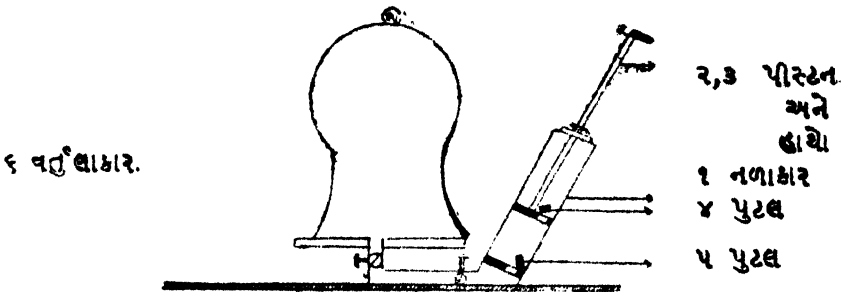
(૧) વાતાકર્ષક યંત્રની રચના યંત્ર ઉઘાડી બતાવો.

(૨) વાતાકર્ષક યંત્રનાં વર્તુલાકાર ઉપર વિદ્યાર્થીનો હાથ મૂકાવી હવા ખેંચવાથી હાથ કેવો સજડ થાય છે તે બતાવો.

(૩) વર્તુલાકાર ઉપર ઘંટાકાર પાત્ર મૂકો અને એનું મોં રબરથી બંધ કરો. પીસ્ટન ચારપાંચ વાર ખેંચી ઘંટાકાર પાત્રમાંથી હવા ભરી લેવાથી ઉપરની હવાના ધણા ફળાણથી રબર તૂટી જાય છે તે બતાવો.

(૪) ભાકડાના પુટલ (valve) બતાવો. તે એકજ દિશામાં ઉઘડી શકે છે તે બતાવો.

વાતાકર્ષક યંત્ર: એર-પમ્પ



ચિત્ર નં. ૨૨

વાતાકર્ષક યંત્રની ઘટના નીચે પ્રમાણે છે. એની અંદર (૧) નળાકાર, (૨) પીસ્ટન, (૩) પીસ્ટનનો હાથો, (૪, ૫) પુટલો (valves) અને (૬) વર્તુલાકાર હોય છે જેના મધ્યમાં એક છિદ્ર હોય છે. આ ૪, ૫ પુટલની ઘટના એવી હોય છે કે તે ઉપરનો જ દિશામાં ઉઘડી શકે.

શરૂઆતમાં ૪,૫ પુટલ એક ખીજની પાસે હોય છે. જ્યારે હાથો જોડો કરવામાં આવે ત્યારે ૪,૫ વચ્ચે શૂન્ય (vacuum) ઉત્પન્ન થાય છે. એમાં દબાણ બીજકુલ હોતું નથી એટલે ઘંટાકાર પાત્રમાંની હવા વધારે દબાણને લીધે ૫ પુટલ ઉઘાડી પેસી જાય છે. ફરીથી જ્યારે હાથો નીચો કરવામાં આવે ત્યારે ૪,૫ પુટલ અંદરની હવા ધણી જ સંકોચાય છે એટલે એનું દબાણ બહુ જ વધે છે. તેથી એ હવા પોતાનો રસ્તો શોધે છે. ૫ પુટલ માર્ફત તો જમ્મ શકે નહીં કારણ કે તે નીચે ઊઘડી શકે નહીં, એટલે એ હવા ૪ પુટલ ઉઘાડી નળાકારનાં છિદ્રમાંથી બહાર નીકળી જાય છે. જ્યારે હાથો ફરીથી જોડવામાં આવે ત્યારે વર્તુલાકારમાંથી ખીજ હવા ૫ પુટલ માર્ફત આવશે અને હાથો નીચો કરવામાં આવે ત્યારે એ હવા બહાર ચાલી જશે. આ પ્રમાણે હાથો અનેક વાર જોડોનીચો કરવાથી ઘંટાકારની હવા બહાર કાઢી શકાય. એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે પુટલો સંપૂર્ણ ન હોવાથી બધી જ હવા કાઢી શકાતી નથી.

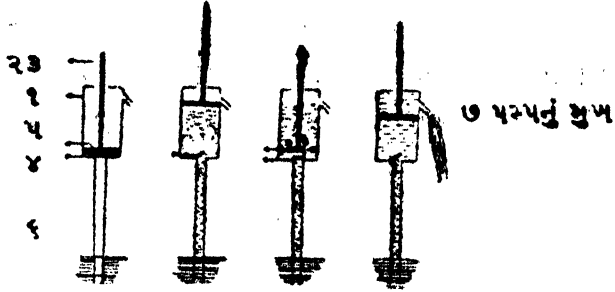
પ્રકરણ ૮.

જલાકર્ષક ચત્ર (Water Pump) ની ઘટના.

સાહી ભરવાની ટોટીમાં સાહી ભરવી હોય તો રબરની ટોટી આપણે દબાવીએ છીએ. તેથી કાચની નળીમાંથી હવા બહાર જતી રહેશે અને હવાનું દબાણ નળીમાં ઓછું થશે. બહારની હવાનું દબાણ ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૫ પાઉન્ડનું છે એટલે બહારની હવાના દબાણથી સાહી અંદર આવે છે. એનો અર્થ એ છે આપણે અંદર હવાનું દબાણ ઓછું કરીએ તો સાહી અંદર ચડે. પમ્પથી પાણી ચઢાવવાનો આ સિદ્ધાંત છે. આપણે એ પમ્પના અંદરના ભાગો તપાસીએ.

જાણકાર્યક થાંત્ર: પમ્પ

પીસ્ટન ૨૩
નળાકાર ૧
પુટલ ૪
પુટલ ૫
નળી ૬



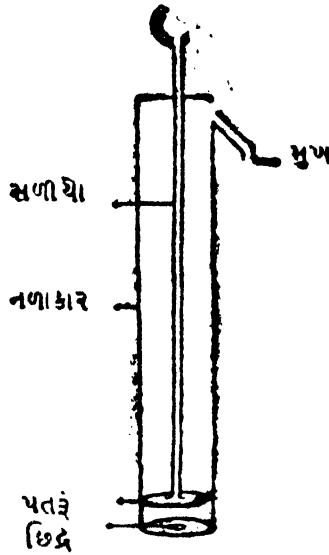
ચિત્ર નં. ૨૩

એ પમ્પમાં નીચેના ભાગો છે. (૧) નળાકાર, (૨) પીસ્ટન, (૩) પીસ્ટનનો હાથો, (૪, ૫) પુટલો, (૬) નળી, (૭) પમ્પનું મુખ. ૪, ૫ પુટલની રચના એવી હોય છે કે બન્ને ઉપર જ ઉઘડી શકે.

શરૂઆતમાં ૪, ૫ પુટલો પાસે પાસે હોય છે. ન્યારે પીસ્ટનનો હાથો ઉપર ખેંચવામાં આવે ત્યારે ૪, ૫ વચ્ચે શૂન્ય થાય છે. કુદરતનો નિયમ છે કે શૂન્ય કોષ્ટક રચણે રહી શકતું નથી એટલે ૪, ૬ વચ્ચેની હવા એમાં ખેંચી જાય છે. હવે જે હવા ૪, ૬ ની વચ્ચે રહેતી તે મ્હોટી જગ્યામાં રહે છે એટલે દબાણ ઓછું થાય છે. બહારની હવાનું દબાણ વિશેષ હોય છે એટલે એ દબાણના જોરથી થોડું પાણી અંદર ચઢે છે. હવે ન્યારે પીસ્ટનનો હાથો નીચે કરવામાં આવે છે ત્યારે ૪, ૫ વચ્ચેની હવા દબાય છે એટલે દબાણ વધે છે. એ હવા બહાર જવાનો માર્ગ શોધે છે. ૪ પુટલ માર્કિત તો જમણે શકાય નહીં કારણ કે એ તો ઊંચે જ ઉઘડી શકે. એટલે એ હવા ૫ પુટલ ઉઘાડીને બહાર ચાલો જશે. એ હવા જેટલી ગમ્મ તેટલું પાણી ઉપર આવશે અને ધીમે ધીમે પાણી ચઢશે. ન્યારે ફરીથી હાથો ઊંચકવામાં આવશે ત્યારે ૪, ૫ વચ્ચે શૂન્ય ઉત્પન્ન થશે અને ફરીથી પાણી ચઢશે. એ રીતે પાણી ઊંચે ચઢે છે અને ૭ માર્કિત બહાર આવે છે. ન્યારે ન્યારે હાથો ઊંચો થાય છે ત્યારે

શન્ય થાય છે અને પાણી ચઢે છે. એટલું બ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે જ્યારે પમ્પમાંથી બધી હવા કાઢી નાંખવામાં આવે ત્યારે જ પાણી મુખ સુધી ચઢી શકે.

ઘાસતેલનો પમ્પ.



ચિત્ર નં. ૨૪

ઘાસતેલનો પમ્પ

આજ પ્રકારની ઘટનાનો ઘાસતેલનો પમ્પ છે. એમાં પીસ્ટનના હાથાની જગ્યાએ એક તારનો સળીઓ અને પીસ્ટનની જગ્યાએ ગોળાકારનું પતરું હોય છે. જ્યારે સળીઓ ઊંચકવામાં આવે ત્યારે પતરા અને પમ્પ નીચેના છિદ્ર વચ્ચે શન્ય થાય એટલે એમાં તરત જ ઘાસતેલ પેસી જાય. જ્યારે સળીઓ નીચે આવે ત્યારે પતરા અને ઘાસતેલ વચ્ચેની હવા દબાય છે અને પતરાની બાજુમાંથી નીકળી જાય છે, અને બીજું ઘાસતેલ ઉપર ચઢે છે. આ રીતે સળીઓ ઊંચોનીચો કરવાથી ઘાસતેલ ચઢે છે અને મુખ માર્ફત બહાર નીકળે છે.

પ્રકરણ ૯.

બકનળી અને વાસુદેવ પ્યાલો.

સાધનોની યાદી :

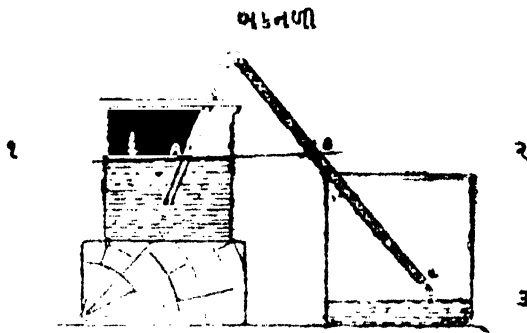
(૧) ત્રણ-ચાર કાચના પ્યાલા, (૨) બકનળી, (૩) વાસુદેવ પ્યાલો અને (૪) પાણી.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) કાચના પ્યાલામાં પાણી ભરી એમાં બકનળી મૂકો. બકનળીમાં જે પાણી છે તેની સપાટી પ્યાલાના પાણીની સપાટી બરાબર છે તે બતાવો. પાણી ચઢવું નથી એ બતાવો.

(૨) બકનળીમાંથી હવા નાઢી સો. હવા કાઢી લેવાથી દબાણ ઓછું થાય છે અને પાણી ચઢે છે એ સિદ્ધ કરો. જ્યાં સુધી બકનળીનું મઢોં પાણીમાં હોય છે ત્યાંસુધી જ પાણી વહે છે એ બતાવો.

(૩) પાટણમાં બનતો વાસુદેવ પ્યાલો, હાથી વગેરેમાં એવી જ રચના હોય છે તે સમજાવો.

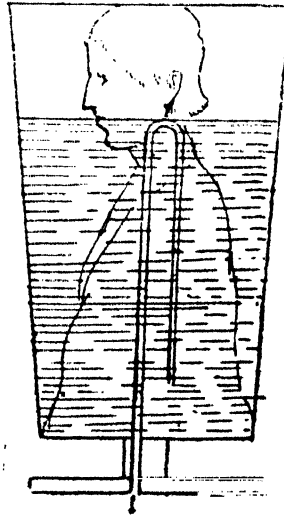


ચિત્ર નં. ૨૫

એક કાચના પાણી ભરેલા જામમાં વાંકી નળી મૂકો. પાણી અંદર ચઢી શકશે નહીં કારણકે ૧ અને ૩ આગળ હવાનું સરખું દબાણ છે. જો આપણે પાણી ચઢાવવું હોય તો એ વાંકી નળીમાંનું દબાણ ઓછું કરવું જોઈએ એટલે કે એની

અંદરથી હવા કાઢી નાંખવી જોઈએ. ૩ આગળ મ્હોં મૂકી નળામાંથી હવા કાઢી નાંખો તો તરતજ ખ્હારની હવાના દબાણથી પાણી અંદર ચઢવા માંડશે અને જ્યાં સુધી એ નળીનેા હુકો ભાગ પાણીમાં રહેશે ત્યાં સુધી પાણીનેા પ્રવાહ ચાલુ રહેશે. હુકો ભાગ પાણીમાંથી ખ્હાર આવે તો અંદર હવા ઘૂસી જાય એટલે દબાણ સરખું થાય. આવી વાંકી નળીને આપણે બકનળી કહીએ છીએ.

વાસુદેવ ખાલો



ચિત્ર નં. ૨૬

બજારમાં પાટણનાં વાસુદેવ ખાલો વેચાય છે; એ ઉપરાંત એવા માટીના હાથીઓ મળે છે કે સૂંઠ માર્કિતે પાણી પીએ અને પૂંછડા આગળથી ખ્હાર કાઢે. એમાં પણ આવી બકનળી હોય છે. એ બકનળીનેા એક છેડો સૂંઠ આગળ હોય છે અને બીજો છેડો પૂંછડા આગળ હોય છે, જેથી સૂંઠ આગળના ભાગની ટોચ ઉપર ચઢેલું પાણી પૂંછડા આગળથી ખ્હાર નીકળી જાય છે.

પ્રકરણ ૧૦.

લોહચુંબક અને લોહચુંબકત્વ.

સાધનોની યાદી :

(૧) જુદા જુદા પ્રકારના લોહચુંબક, (૨) લોહચુંબક સોય, (૩) લોખંડનો ભૂકો, (૪) ખીલીઓ વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) અનેક પ્રકારના લોહચુંબક બતાવો.

(૨) લોહચુંબકવાળી સોય એક દોરાથી લટકાવો અને તે ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે તે બતાવો. ઉત્તર દિશા બતાવતા અંતને ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ દિશા બતાવતા અંતને દક્ષિણ ધ્રુવ કહેવાય એ સ્મરજવો.

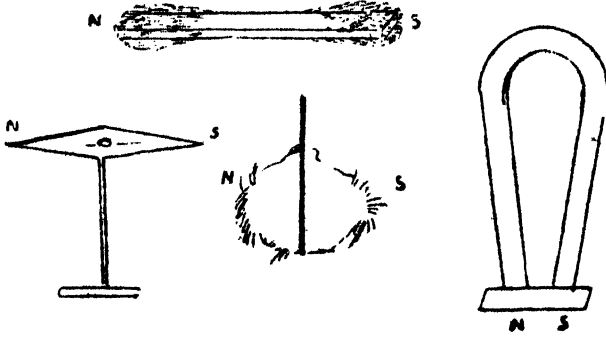
(૩) લોહચુંબકને લોખંડના ભૂકામાં ભૂકો અને ભૂકો બન્ને ધ્રુવ ઉપર વધારે ઝહોટી જાય છે અને વચલા ભાગમાં ઓછા ચોંટ છે તે બતાવો.

(૪) એ સોયના ઉત્તર ધ્રુવ સમક્ષ ખીજ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવને લાવવા પ્રયત્ન કરો. બન્નેના ઉત્તર ધ્રુવ કદાપિ પાસે નથી રહેતા તે બતાવો.

(૫) પણ લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ સોયના દક્ષિણ ધ્રુવને આકર્ષે છે તે બતાવો.

એક લોહચુંબક લો અને લોખંડના કટકા આગળ અથવા લોખંડના ભૂકામાં એનો એક અંત ધરો. લોખંડનો કટકો લોહચુંબક તરફ ખેંચાશે અને એના અંત ઉપર લોખંડનો ભૂકો ચોંટી જશે. એ જ રીતે એ જ લોહચુંબકનો બીજો અંત ધરો. એ જ પ્રમાણે લોખંડનો કટકો ખેંચાશે અને ભૂકો ચોંટી જશે.

લોહચુંબક



લોહચુંબક સોય

લોહચુંબક

નાળાકાર લોહચુંબક

ચિત્ર નં. ૨૭

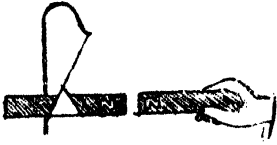
એ લોહચુંબકને લટકાવે. તદ્દમને માલમ પડશે કે એ લોહ-ચુંબક ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં જ લટકતું રહેશે.

એ લોહચુંબકને ગમે તેમ ફેરવીશું તો પણ એ જ દિશામાં રહેશે. જે અંત ઉત્તર દિશામાં રહે છે તેને ઉત્તર ધ્રુવ કહેવામાં આવે છે; જે અંત દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને દક્ષિણ ધ્રુવ કહેવામાં આવે છે. એ ઉપરથી અનુમાન થઈ શકે છે કે ઉત્તર દક્ષિણ તરફ કંઈક આકર્ષણ હશે. એ અનુમાનનું સ્પષ્ટીકરણ પછીથી કરીશું. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે

(૧) લોહચુંબક લોખંડને આકર્ષે છે.

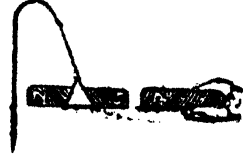
(૨) લોહચુંબક હંમેશાં ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં રહે છે.

વિરોધ



ચિત્ર નં. ૨૮.

આકર્ષણ



ચિત્ર નં. ૨૯.

હવે એ ચુંબકત્વના નિયમો તપાસીએ. એક લોહચુંબક લટકાવો; એક બીજા લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ એ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ આગળ લાવવા પ્રયત્ન કરો. (ચિત્ર નં. ૨૮) ત્દમને માલમ પડશે કે આપણે ગમે તેવો પ્રયત્ન કરીએ તો પણ લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ (N) બીજા લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ (N) સમક્ષ કદાપિ નહીં આવે. એને બદલે લોહચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ (S) બીજા લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ (N) તરફ આકર્ષાશે. (ચિત્ર નં. ૨૯) આથી સિદ્ધ થાય છે કે

(૧) બે વિરોધી અથવા અસમાન ધ્રુવ (દાખલા તરીકે ઉત્તર અને દક્ષિણ) વચ્ચે હંમેશાં આકર્ષણ હોય છે.

(૨) બે સમાન ધ્રુવ (ઉત્તર અને ઉત્તર, દક્ષિણ અને દક્ષિણ) વચ્ચે હંમેશાં વિરોધ હોય છે.

આ નિયમો તપાસ્યા પછી લોહચુંબક ઉત્તર દક્ષિણ તરફ કેમ રહે છે તે જોઈએ. લોહચુંબક સોય પૂર્વ પશ્ચિમ કદાપિ નથી રહેતી એ ઉપરથી અનુમાન થઈ શકે કે ઉત્તર દક્ષિણમાં કંઈક ચુંબકીય આકર્ષણ હોતું જોઈએ. સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ ઉત્તર તરફ રહે છે. હવે ઉત્તર દિશામાં ઉત્તર ચુંબકીય ધ્રુવ હોય તો સોયના ઉત્તર-ધ્રુવની સાથે પૃથ્વીના ઉત્તર ધ્રુવને વિરોધ થાય એ સ્વાભાવિક છે.

એના ઉપરથી અનુમાન થાય છે કે પૃથ્વીના ઉત્તર તરફ દક્ષિણ ચુંબકીય ધ્રુવ, અને પૃથ્વીના દક્ષિણમાં ઉત્તર ચુંબકીય ધ્રુવ હોવો જોઈએ. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે પૃથ્વી એ એક મહાન લોહચુંબક છે જેનો ઉત્તર ધ્રુવ પૃથ્વીના દક્ષિણ ધ્રુવ આગળ અને દક્ષિણ ધ્રુવ પૃથ્વીના ઉત્તરધ્રુવ આગળ છે.

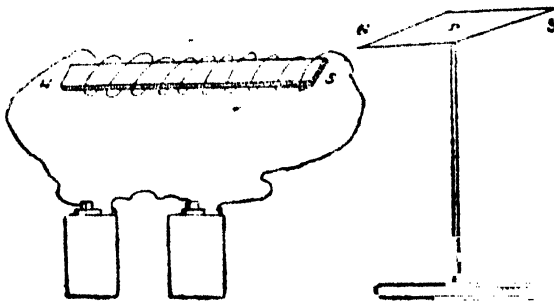
પ્રકરણ ૧૧.

લોહચુંબક, તેની બનાવટ અને ઉપયોગ.

હવે આ લોહચુંબક કેવી રીતે બનાવે છે તે આપણે જોઈએ. પોલાદનો એક લંબચોરસ કકડો કે પોલાદની એક સોય લઈ તેની આસપાસ તાંબાના તાર વીંટાળો.

પછી એ તારની અંદર વિજળી પસાર કરો. અમુક વખત પછી પોલાદમાં ચુંબકત્વ આવશે. એ બતાવે છે કે વિજળી પોલાદમાં ચુંબકત્વ ઉત્પન્ન કરે છે.

વિદ્યુતચુંબક



ચિત્ર નં. ૩૦

પણ પોલાદને બદલે લોખંડનો કકડો લઈને અંદર વિજળી પસાર કરીએ તો જ્યાં સુધી વિજળી ચાલુ રહેશે ત્યાંસુધી લોખંડમાં ચુંબકત્વ રહેશે. (ચિત્ર નં. ૩૦) વિજળી બંધ કરે એટલે ચુંબકત્વ જતું રહેશે અને લોખંડનો કકડો લોખંડ થઈ જશે. આ પ્રકારના લોહચુંબકને વિદ્યુતચુંબક કહે છે, જેનો ઉપયોગ પછીથી આપણે જોઈશું.

પ્રકરણ ૧૨.

ચુંબકત્વનું કારણ.

સાધનોની યાદી :

(૧) બે લોહચુંબક, (૨) અનેક ખીલીઓ.

શિક્ષકને સૂચના :

(૨) લોહચુંબક લઈ તેના દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર અનેક ખીલીઓ લટકાવી રાખાય એ બતાવો.

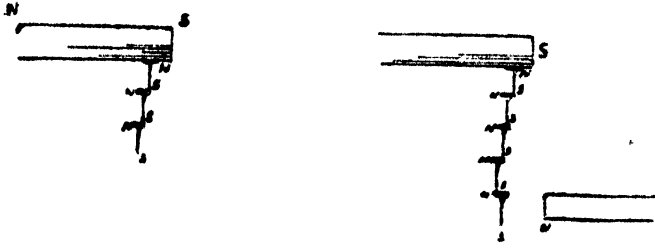
છેલ્લી ખીલીના અંતમાં દક્ષિણ ધ્રુવ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવવા ખીલ લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ પાસે લાવો અને લોહચુંબક અને ખીલી વચ્ચે આકર્ષણ છે તે બતાવો.

(૩) એજ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ ઉપર ખીલીઓ લટકાવો; છેલ્લી ખીલીના અંતમાં ઉત્તર ધ્રુવ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવવા ખીલ લોહચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ પાસે લાવશો તો આકર્ષણ થશે.

(૪) આ રીતે ચુંબકીય ઉપપાદનના નિયમો સ્થાપનવા.

હવે લોહચુંબક લોખંડના કકડાને કેમ આકર્ષે છે તે આપણે જોઈએ.

લોહચુંબકત્વનું ઉપપાદન.



ચિત્ર નં. ૩૧.

એક લોહચુંબક સમક્ષ લોખંડની ખીલી ધરીએ, તો ખીલી રહેાંટી જશે. હવે આપણે ખીજ કોઈ ખીલી ચોટેલી ખીલી સમક્ષ ધરીશું તો તે ખીલી પણ રહેાંટી જશે. એ બતાવે છે કે લોહચુંબકત્વ ખીજ ખીલીની અંદર પણ આવી ગયું છે. એનો અર્થ એ કે લોહચુંબક સાથે લોખંડને અડકાડવાથી લોખંડમાં ચુંબકત્વ આવે છે.

પણ એમાં કંઈ એવો નિયમ નથી કે ખીલી અડકાવવી જ જોઈએ. એ ખીલી લોહચુંબકથી થોડી દૂર રાખી હોય તો પણ એમાં ચુંબકત્વ પ્રાપ્ત થાય છે.

લોહચુંબકના સ્પર્શથી કે સમીપતાથી લોખંડમાં પ્રાપ્ત થયેલા ચુંબકત્વને ઉપપાદિત ચુંબકત્વ કહેવામાં આવે છે અને જે ક્રિયાથી એ ઉપપાદન કરવામાં આવે છે તેને ચુંબકીય ઉપપાદન કહેવામાં આવે છે.

ચુંબકીય ઉપપાદન પણ અમુક નિયમને આધારે થાય છે. ઉપર બતાવેલા ચિત્રમાં જો છેલ્લી ખીલી આગળ એક લોહચુંબક સોમ્પ સ્પર્કાવવામાં આવે તો સોમ્પનો ઉત્તર ધ્રુવ એ ખીલી સાથે રહેાંટી જશે.

એ જ પ્રમાણે એક ખીજ લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ પાસે

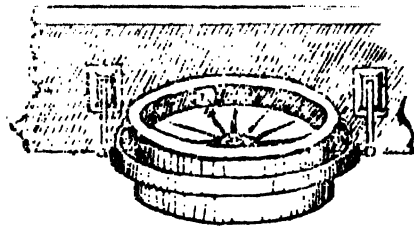
રાખો અને ખીલીઓ લટકાવો. એક લોહચુંબક સોય એના આગળ ધરો તો સોયનો દક્ષિણ ધ્રુવ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ સમક્ષ રહેશે.

આ ઉપરથી સામાન્ય નિયમ એવો ઘડી શકાય કે એક લોહચુંબક લોખંડના ખીલા આગળ ધરવામાં આવે તો ખીલામાં ચુંબકત્વનું ઉપપાદન થાય છે અને તે એ રીતે કે લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ખીલાની સમીપના અંતમાં દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપપાદન કરે અને દૂરના અંતમાં ઉત્તર ઉપપાદન કરે; અથવા લોહચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ ખીલાના સમીપના અંતમાં ઉત્તર ઉપપાદન કરે અને દૂરના અંતમાં દક્ષિણ ઉપપાદન કરે.

પ્રકરણ ૧૩.

હોકાયંત્ર.

હોકાયંત્ર.



ચિત્ર નં. ૩૨

જો લોહચુંબકની સોય ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં રહે તો તેના ઉપરથી ઉત્તર દક્ષિણ દિશા શોધી કઢાય. બરદરિયે બહાણ હોય, સૂર્ય વાદળાં નીચે ઢંકાઈ ગયો હોય, દિશા કંઈ સૂઝતી ન હોય, તે વખતે એ સોય બહુ જ કામ લાગે. પણ એ લટકતી સોય અનુ-

કૂળ ન પડે એટલે હોકાયંત્ર શાધી કાઢવામાં આવ્યું છે જે એક પ્રકારનું લોહચુંબક જ છે.

એમાં એક ગોળ ચંદો હોય છે જેના ઉપર ઉત્તર, દક્ષિણ, પૂર્વ, પશ્ચિમ, વાયવ્ય, નૈરત્ય, અગ્નિ, અને ઇશ્વાન ખતાવવામાં આવેલા હોય છે. એ લોહચુંબક છે એટલે જે જગ્યા ઉપર ઉત્તર (N) લખેલું હોય છે તે ઉત્તર દિશા ખતાવે છે. (ચિત્ર નં. ૩૨) આ રીતે જ્યારે માર્ગ સૂઝતો ન હોય ત્યારે હોકાયંત્રમાં જોવાથી દિશા તરત જ મળી આવે. આ હોકાયંત્ર વહાણમાં અને વિમાનમાં ઘણું ઉપયોગી થઈ પડે છે.



વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૨.

ઉષ્ણતા.

પ્રકરણ ૧.

પદાર્થો ઉપર ગરમીની અસર: પદાર્થોનું વધવું.

એકતા પદાર્થો:—

(૧) કઢીવાળો ફેડો, (૨) ઉષ્ણતામાપક (થર્મોમીટર) ચંત્ર, (૩) ગરમ પાણી, (૪) લોટો, (૫) પોલી નળી અને (૬) મલ્લક.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) કઢીમાંથી પસાર થતો એક ફેડો લઈ તેને તપાવો. ફેડો કઢીમાંથી પસાર થઈ શકતો નથી એ બતાવો.

(૨) ઉષ્ણતામાપક ચંત્ર ગરમ પાણીમાં મૂકો અને ચંત્રનો પાસે કદમાં વધી જાય ચઢે છે તે બતાવો.

(૩) પાણીના લોટોમાં ટાચ સુધી પાણી ભરો. લોટને બૂચ મારી પોલી નળી મૂકો. લોટને તપાવો. ગરમીને લીધે પાણી નળીમાં ચઢવા માંડશે તે બતાવો.

(૪) એક લોટને ઇંધો મૂકી, તેમાં પોલી નળી મૂકો અને એ નળી પાણીમાં મૂકો. લોટને સ્ટવથી તપાવો. અંદરથી હવા વધવાથી બહાર જશે એ બતાવો. લોટો ફેડો પડશે એટલે જેટલી હવા બહાર ગઈ તેટલું પાણી ચઢશે એ બતાવો.

આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યારે દૂધ ઉત્તું થઈ ઉકળવાની તૈયારી કરે છે ત્યારે ઉભરો આવે છે; એટલે કે એનું કદ વધે છે.

કઢી અને ફેડો



તે જ પ્રમાણે આપણે એક ઢોઝ અને એક કડી લઈએ. (ચિત્ર નં. ૧) સાધારણ સ્થિતિમાં એ ઢોઝ કડીમાંથી ચાલી જાય, પણ જો એ ઢોઝ તપાવીએ તો માલમ પડશે કે તે કડીમાંથી પસાર નહીં થઈ શકે; પણ ઠંડો પડ્યા પછી પાછો પસાર થશે.

આના ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે ધન અને પ્રવાહી પદાર્થો ગરમી આપવાથી કદમાં વધે છે.

જેમ પદાર્થોને ગરમી આપવાથી કદમાં વધે છે તે જ પ્રમાણે ઠંડી આપવાથી સંકોચાય એ સ્વભાવ શકાય છે.

હવે આપણે વાયુ ઉપર પણ એ જ અસર થાય છે કે નહીં તે જોઈએ. એક લોટાને ઉકળતા પાણીમાં લાંબો વખત સુધી મૂકી રાખો જેથી અંદરની હવા ગરમ થાય. એ લોટાને પછી બહાર કાઢી એક છિદ્રવાળો બુચ મારો. બુચમાં તીના મ્હોંવાળી નળી મૂકી લોટાને એક પાણીના વાસણમાં ઉધો મૂકો. તરત જ તીના મ્હોંમાંથી ડુવારો ડુટશે. આનું કારણ ત્વરે સ્વભાવ શકો છો. બ્યારે લોટો ઉકળતા પાણીમાંથી બહાર કાઢવામાં આવે છે ત્યારે એની અંદરની હવા ઠંડી પડે છે એટલે હવાનું કદ ઓછું થાય છે. તેથી લોટાની અંદર દબાણ ઓછું થાય છે અને બહાર હવાનું વધારે દબાણ હોવાથી ડુવારો થાય છે.

હવે પદાર્થો કેટલા વધે છે તે આપણે જોઈએ. એક કરોડ ઇંચ લાંબો પીત્તળનો સળીયો લઈએ અને એને એવી રીતે તપાવીએ કે એની ઉષ્ણતા 1° અંશ વધે તો ૧૮૭ ઇંચ એની લંબાઈ વધશે.

૧૦ લાખ ધનડુટ માણી લઈએ અને એવી રીતે ગરમ કરીએ કે એની ઉષ્ણતા 1° અંશ વધે તો ૨૦૩ ધનડુટ એનું કદ વધે.

૨૭૩ ધનડુટ કોઇ પણ વાયુને એવી રીતે ગરમ કરીએ કે એની ઉષ્ણતા 1° અંશ વધે તો વાયુનું કદ ૧ ધનડુટ વધે.

આ રીતે જોઈ શકાય છે કે વાયુ સૌથી વધારે કદમાં વધે છે અને ધન પદાર્થો સૌથી ઓછા કદમાં વધે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે બધા ધન પદાર્થો સરખી રીતે કદમાં વધતા નથી. જ્યારે પીત્તળ ૧૮૭ ઇંચ લંબાઈમાં વધે છે ત્યારે તાંબુ ૧૬૭ ઇંચ વધે છે : જ્યારે પાણી ૨૦૩ ધનકુટ વધે છે ત્યારે પારે ૧૮૨ ધનકુટ વધે છે.

સામાન્ય રીતે ધન પદાર્થો બહુ જ થોડા વધે છે; પ્રવાહી પદાર્થો એના કરતાં વધારે કદમાં વધે છે અને વાયુઓ સૌથી વધારે વધે છે.

હવે આપણે ઉષ્ણતાથી લંબાઈ અને કદ વધવાના સામાન્ય દાખલાઓ લઈએ. લુહાર પૈડાં ઉપર વાટ ચઢાવે છે ત્યારે પહેલાં તપાવે છે અને વાટ વધે છે જેથી પૈડાં ઉપર સહેલાઈથી આવી જાય છે. પછી તેના ઉપર પાણી નાંખે છે એટલે વાટ સડોચાય છે જેથી ખરાબર સખત આવી રહે છે.

રેલ્વેના બે પાટા વચ્ચે થોડી જગ્યા રહેવા દેવામાં આવે છે. એનું કારણ એ છે કે બન્ને પાટા ઉન્દાળાની ગરમીને લીધે લંબાઈમાં વધે છે. હવે જો વધવા માટે જગ્યા ન રાખવામાં આવે તો પાટા વધીને એક બીજા ઉપર ચઢી જાય. ધાતુઓનાં દરેક બાંધકામમાં આ પ્રમાણે વધવા માટે થોડી જગ્યા રાખવામાં આવે છે. એટલું સહમજબું રહેલું છે કે પાટા વચ્ચે જે જગ્યા વિલાયત જેવા ઠંડા મુલકમાં રહેવા દેવામાં આવે તેનાં કરતાં વધારે જગ્યા પંજાબ જેવા ગરમ પ્રદેશમાં રાખવામાં આવે કારણકે પંજાબમાં ગરમી વિશેષ હોવાથી પદાર્થો કદમાં વિશેષ વધે છે.

વાયુના કદ વધવાના દાખલા સામાન્ય છે. સાઈકલની રખરની નળીમાં આપણે હવા ભરીએ છીએ. એ સાઈકલમાં હવા બહુ જ ભરી હોય અને તાપમાં મૂકી હોય તો હવાનું કદ વધી નળી ફાટી જાય, એજ પ્રમાણે મોટરના ટાયરો ફાટી જાય છે.

મોટરનું પેડું ધણું સખત ફરવાથી ધર્ષણને લીધે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે અને તેથી હવા કદમાં વધે છે અને નળીમાં હવા ધણી ભરી હોય તો ફાટી જાય છે.

પ્રકરણ ૨.

ઉષ્ણતામાપક યંત્રો. (થર્મોમીટર)

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) સેન્ટીગ્રેડ અથવા સત્તાંશ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર, (૨) ફેહરનહાઈટ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર, (૩) ડાક્ટરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર, (૪) બરફ, (૫) હકળતા પાણી, (૬) મીઠું, નવસાર વગેરે, (૭) બેકર (Beakers), (૮) સોટા, (૯) સ્ટવ વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) સેન્ટીગ્રેડ અને ફેહરનહાઈટ નામના ઉષ્ણતામાપક યંત્રો બતાવો.

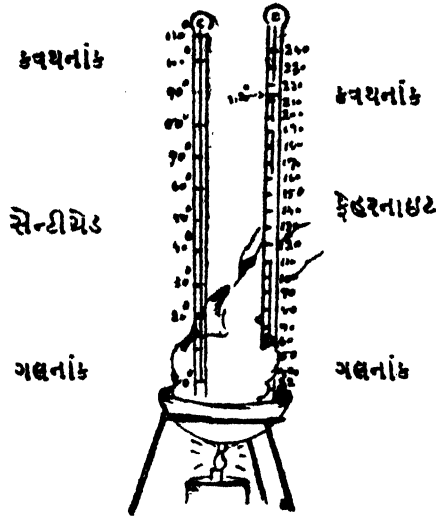
(૨) એ બન્ને યંત્રોને બરફમાં અને હકળતા પાણીમાં મૂકો.

(૩) સેન્ટીગ્રેડનો પાણી બરફમાં 0° અંશ ઉપર અને હકળતા પાણીમાં 100° અંશ ઉપર રહે છે અને ત્યાંથી ખસતો નથી એ બતાવો.

(૪) ફેહરનહાઈટનો પાણી બરફમાં 32° અંશ અને હકળતા પાણીમાં 212° અંશ ઉપર રહે છે અને ત્યાંથી ખસતો નથી એ બતાવો.

(૫) બરફમાં મીઠું નાંખો; હકળતા પાણીમાં મીઠું નાંખો. પાણી પેડેલામાં 0° અંશ C. અને 32° F થી નીચે ઉતરે છે અને બીજામાં 100° અંશ C. અને 212° અંશ F થી ઉપર જાય છે તે બતાવો.

ઉષ્ણતામાપક યંત્રો.



ચિત્ર નં. ૨

આપણે બે પ્યાલામાં ગરમ પાણી લઇએ. એકમાં પાણી થોડું ગરમ હોય અને બીજામાં સ્ટેજ વધારે ગરમ હોય. આપણે આંગળી મૂકીએ તો માલમ પડશે કે એક કરતાં બીજું થોડું વિશેષ ગરમ છે. તે ચોક્કસ રીતે આપણે જાણવું જોઇએ. એ માટે આપણને ઉષ્ણતામાપક યંત્રની જરૂર છે.

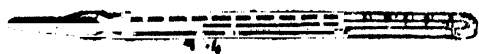
ગરમી ચોક્કસ રીતે માપવા માટે બે પ્રકારના ઉષ્ણતામાપક યંત્ર હોય છે; એકનું નામ સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર અને બીજાનું નામ શોધકના નામ ઉપરથી ફેરેનહાઇટ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર છે. બન્નેમાં પોણા નળા છે જેમાં પાણી છે. બન્ને ઉપર કાપા કરવામાં આવ્યા છે. સેન્ટીગ્રેડમાં ૦ થી ૧૦૦ કાપા અને ફેરેનહાઇટમાં ૩૨ થી ૨૧૨ કાપા કરવામાં આવે છે. એ દરેક કાપાને ડીગ્રી અથવા અંશ કહેવામાં આવે છે. જ્યારે સેન્ટીગ્રેડ અથવા સતાંશ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર બરફમાં મૂકવામાં આવે છે ત્યારે ૦

ઉપર જે કાપો છે ત્યાં પારો સ્થિર રહે છે. પછી એ યંત્રને ગરમ પાણીમાં મૂકવામાં આવે તો પારાનું કદ વધે અને પારો ચઢવા માંડે. જ્યારે પાણી ઉકળવા માંડે ત્યારે પારો બરાબર ૧૦૦ કાપા ઉપર સ્થિર રહેશે, અને જ્યાંસુધી પાણી ઉકળતું રહેશે ત્યાંસુધી ૧૦૦ કાપા ઉપર જ પારો સ્થિર રહેશે. ૦ કાપો તેથી ૦° અંશ સેન્ટીગ્રેડ (C) કહેવાય છે અથવા તો ગલનાંક કહેવાય છે કારણકે ૦° અંશ ઉપર બરફનું ગલન થાય છે અથવા બરફ પીગળે છે. ૧૦૦ કાપે પાણી ઉકળે છે માટે એ ૧૦૦° અંશ સેન્ટીગ્રેડ અથવા કવચનાંક (*કવચ=ઉકળવું) કહેવાય છે. એજ પ્રમાણે ફેહરનહાઇટ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર બરફમાં મૂકવામાં આવે તો ૩૨ કાપા ઉપર પારો સ્થિર રહે અને ઉકળતા પાણીમાં ૨૧૨ કાપા ઉપર સ્થિર રહે. ૩૨ કાપાને ૩૨° અંશ F અથવા ગલનાંક કહેવાય છે, ૨૧૨ ને ૨૧૨° અંશ F અથવા કવચનાંક કહેવાય છે.

ડાક્ટરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર

૭૬

૧૧૦



ચિત્ર નં. ૩

ડાક્ટરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર એ ફેહરનહાઇટ યંત્ર છે. એને આપણે બરાબર જોઈશું (ચિત્ર નં. ૩) તો માત્રમ પડશે કે એક બાજુ ઉપર ૯૫° અંશ F અને બીજી બાજુ ઉપર ૧૧૦° અંશ F છે, કારણકે આપણા શરીરની ગરમી એ જે અંશની વચ્ચે જ રહે છે. વળી ૯૮° F ઉપર એક ઊભો કાપો છે જે આપણા શરીરની સામાન્ય ગરમી બતાવે છે. ૯૮° F અંશ F અથવા ૩૬° C આપણા શરીરની ગરમી છે. એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે ડાક્ટરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર ફેહરન-

હાઈટ ચંત્ર છે, સેન્ટીગ્રેડ નહીં. આપણને 100° અંશ તાવ આવે છે તે વખતે તાવ 100° અંશ F કહેવાય છે, 100° અંશ C નહીં; કારણ 100° અંશ C તો ઉકળતા પાણીની ગરમી છે અને આપણા શરીરની ગરમી એટલી તો ન જ હોય.

આપણને એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે 100° અંશ C અથવા 212° અંશ F ચોકખા પાણીનું જ કવચનાંક છે. એ જ પાણીમાં મીઠું નાંખીએ તો પાણીની ઉબળતા વધે અને પારો 100° અંશ C અને 212° અંશ F થી ઊંચે જાય. દાળ ઉકળે અને પાણીમાં ગળે ત્યારે એની ઉબળતા 100° અંશ C કે 212° અંશ F થી વધારે હોય છે. જ્યારે જ્યારે પાણીની અંદર પદાર્થોનું દ્રાવણ થયું હોય ત્યારે પાણીનું કવચનાંક વધે. રેતીનું પાણીમાં દ્રાવણ થતું નથી, એટલે રેતીવાળા પાણીનું કવચનાંક વધે નહીં.

ખીજું, પાણીનું કવચનાંક 100° અંશ C ફક્ત સમુદ્રની સપાટી ઉપર જ છે. જેમ જેમ પૃથ્વીથી ઊંચે જઈએ તેમ કવચનાંક ઘટે. સામાન્ય નિયમ એવો છે કે દરિયાની સપાટીથી ૧૦૮૦ ફુટ ઊંચે જઈએ ત્યારે પાણીનું કવચનાંક 1° અંશ C ઘટે, આપણે એક દાખલો લઈએ. આલ્પસ પર્વત ઉપર પાણીનું કવચનાંક 48° અંશ C છે. હવે આ કવચનાંકની મદદથી આપણે આલ્પસ પર્વત કેટલો ઊંચો છે તે શોધી કાઢીએ. જ્યારે 1° અંશ C કવચનાંક ઘટે ત્યારે ૧૦૮૦ ફુટ ઊંચે જવાય, તો 48° અંશ C ઘટે તો $1080 \times 48 = 51840$ ફુટ ઊંચે જવાય. આલ્પસ પર્વતની ઊંચાઈ ૧૭૨૮૦ ફુટ છે એ આ પ્રયોગથી સાબીત થાય છે. પર્વતોની ઊંચાઈ પાણીના કવચનાંકથી માપી શકાય છે.

જે પ્રમાણે મીઠું અને દ્રાવ્ય પદાર્થો નાંખવાથી પાણીનું કવચનાંક વધે તે જ પ્રમાણે મીઠું અને ખીજા દ્રાવ્ય પદાર્થો ખરફમાં નાંખવાથી ખરફનું ગલનાંક ઘટે છે. ખરફમાં આપણે

ઉપ્પલુતામાપક યંત્ર મૂકીએ તો પારો ૦° અંશ C પર રહેશે. એમાં મીઠું કે ખીજો કોઈ દ્રાવ્ય પદાર્થ નાંખીએ તો પારો ૦° અંશ C થી ઉતરશે. જેમ મીઠું વધારે નાંખીશું તેમ પારો ઉતરતો જશે.

આમરુઢીમ બનાવતાં આપણે બરફમાં મીઠું નાંખીએ છીએ. તેનું એ પ્રયોજન છે કે બરફનું ગલનાંક ઘટવાથી વધારે ઠંડી ઉત્પન્ન થાય અને દૂધ બહેલું દરી જાય. મીઠાને બદલે આપણે ખાંડ કે નવસાર નાંખી શકીએ પણ એ મોંઘા પડે એટલે નથી નાંખતા. પણ બરફમાં રેતી કે ધૂળ નાંખી ન શકીએ કારણ રેતી કે ધૂળનું બરફમાં દ્રાવણ થતું નથી.

પ્રકરણ ૩.

ઉપ્પલુતાવહન.

સાધનોની યાદી:

- (૧) તાંબા અને લોખંડનો સાંધેલો સળીયો, (૨) મીણના કકડા, (૩) કાચની નળી, (૪) ઉપ્પલુતામાપક યંત્રો, (૫) મેસ, (૬) મઘાક, અને (૭) થર્મોસ.

શિક્ષકને સૂચના:—

- (૧) તાંબા અને લોખંડનો સાંધેલો સળીયો લઈ તેને સમાંતરે મીણ રહેંટાડો.

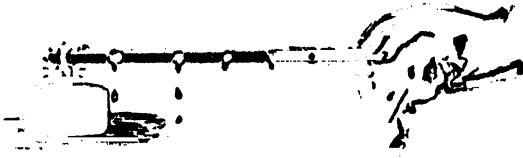
- (૨) મધ્યમાં સળીયાને ગરમ કરો. તાંબા ઉપર રહેંટાડેલા મીણ તરત જ પીમળી લોખંડ ઉપર રહેંટાડેલા મીણ કરતાં વહેલા ખરી પડશે એ બતાવો. તાંબુ અને લોખંડ ઉપ્પલુતાવાહક છે એ સિદ્ધ કરો; તાંબુ જલદ વાહક છે, લોખંડ ઓછું જલદ છે.

- (૩) કાચની નળીને મઘાકમાં તપાવો અને મતાવો કે એક છેડો તપી જાય છે પણ તમારા હાથમાંનો છેડો ઠંડો જ રહે છે. કાચ મંદવાહક છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) બે ઉબ્જુતામાપક ચંત્ર હો. એકના પાસે ઉપર મેસ ચોપડો અને તડકામાં મૂકી રાખો. મેસવાળા ચંત્રમાં પાસે વિશેષ ચઢે છે એ બતાવે. કાળા પદાર્થો ઘોળા કરતાં જલદ ઉબ્જુતાવાહક છે તે સિદ્ધ કરે.

(૫) છાકરાઓને થર્મોસની ચળકતી દિવાલ બતાવે અને પાણી ગરમ નહીં શકે છે તે બતાવે.

સળીયા અને મીણના કકડા.



ચિત્ર નં. ૪

આપણે તાંબાના સળીયાનો એક છેડો મઘાર્કમાં મૂકીએ અને બીજો છેડો આપણા હાથમાં રાખીએ તો થોડા વખતમાં સળીયામાં ગરમી એટલી બધી પ્રસરી જશે કે બીજા છેડાને આપણાથી હાથમાં પકડી શકાશે નહીં. એ ગરમી મઘાર્કમાંથી આપણા હાથમાં કેવી રીતે આવે છે તે જોવા માટે એક સળીયા ઉપર મીણના કકડા ચોંટાડો અને પછી સળીયાને મઘાર્કમાં મૂકો. (ચિત્ર નં. ૪) તમે જોશો કે એ બધા મીણના કકડા પીગળીને એક પછી એક ખરવા માંડશે. મઘાર્ક પાસે જે હશે તે વહેલો ખરી જશે, કારણકે મઘાર્કમાંથી ગરમી અણુઓ માર્ફત પસાર થાય છે. પહેલાં એક અણુ ગરમ થાય છે. તે ગરમ અણુ પોતાની ગરમી બીજાને આપે છે, બીજો ત્રીજાને આપે છે. એ પ્રમાણે મઘાર્કની ગરમી હાથ પાસે રહેલા છેલ્લા અણુને મળી રહે છે. આ રીતે ઉબ્જુતાને લઘુ જવામાં આવે છે અને તેથી આ ક્રિયાને ઉબ્જુતાવહન કહેવામાં આવે છે.

આ ઉબ્જુતાવહનની ક્રિયા સહમજાવવા એક સરલ દાખલો લઈએ. ૧૦૦ છાકરાની હાર બની છે અને એક દડો પહેલા છાક-

રાના હાથમાંથી છેલ્લા છોકરાના હાથમાં મ્હારે આપવો છે. તો દડો હું પહેલા છોકરાને આપું; તે બીજાને આપશે, બીજો ત્રીજાને આપશે, એ પ્રમાણે છેલ્લા છોકરાને દડો મળશે.

હવે જે પ્રમાણે આપણે તાંબાનો સળીયો તપાવ્યો તેજ પ્રમાણે લોખંડનો, સોનાનો, પીત્તળનો કે ગમે તે ધાતુનો સળીયો તપાવીશું તો ગરમી એજ પ્રમાણે એક છેડાથી બીજો છેડે વધી જશે. સોનું, તાંબુ, રૂપું, પીત્તળ, લોખંડ, પથ્થર વગેરે પદાર્થો જે ગરમીને પસાર થવા દે છે તે ઉષ્ણતાવાહક પદાર્થો કહેવાય છે.

પણ એ પદાર્થોની વાહકતામાં પણ થોડો ફેર હોય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે તાંબાના પ્યાલામાં દૂધ કદાડ્યું હોય અને રૂપાના પ્યાલામાં કદાડ્યું હોય તો રૂપાનો પ્યાલો વધારે ગરમ રહેશે કારણ રૂપું એ જલદ ઉષ્ણતાવાહક છે. એ સિદ્ધ કરી બતાવવા આપણે પ્રયોગ કરીએ. તાંબુ અને લોખંડનો સાંધેલો એક સળીયો લો અને જ્યાંથી એ સાંધેલો છે તેની સમાન્તરે મીણના કકડા લટકાવો અને મધ્યગીંદુ આગળ ગરમી આપો. ત્હમને જણાશે કે તાંબાં ઉપરના મીણના કકડા વહેલા પીગળીને ખરી જશે જ્યારે લોખંડની ઉપરના કકડાઓ તે પછી પીગળીને ખરી જશે. જે પ્રમાણે કેટલાક પદાર્થો જલદ ઉષ્ણતાવાહક છે તેમ કેટલાક મંદવાહક અથવા અવાહક છે. કાચની એક નળી આપણે મચાકમાં ધરી રાખી હોય તો એ ભાગ ઓગળી જશે પણ આપણા હાથ પાસેનો છેડો ઠંડો જ રહેશે અને આપણાથી સુખેથી પકડી રખાશે. આ બતાવે છે કે કાચ અવાહક છે અથવા મંદવાહક છે. એજ પ્રમાણે લાકડાનો કકડો ધર્યો હોય તો તે ભાગ બળવા માંડે પણ બીજો છેડો તો સુખેથી પકડી શકાય. કાચ, લાકડું, રૂ, રેશમ વગેરે પદાર્થો મંદવાહક કે અવાહક ગણાય છે.

હવે એ જલદ વાહકતા અને મંદ વાહકતાના આપણે વ્યવહાર દાખલા લઈએ. દૂધ કે ચાહુ આપણે કાચના પ્યાલામાં કેમ

પીએ છીએ ? કારણકે ચાહની ગરમી કાચ માર્ફત આપણા હાથમાં આવતી નથી, જેથી આપણે દાઝતા નથી. કોઈ ગરમ વસ્તુ પકડવી હોય તો આપણે કપડાથી ઊંચકીએ છીએ કારણકે કપડું મંદવાહક હોવાથી ગરમી આપણને લાગતી નથી.

ઉન્હાળામાં જમીન કરતાં પથરા વધારે તપી જાય છે. લાકડાનાં છાપરાં કરતાં પતરાં વધારે તપી જાય છે કારણકે જમીન અને લાકડું પતરાં કરતાં મંદવાહક છે. પથર, સીમેન્ટ અને ઈટના બનાવેલાં મકાનો કરતાં લીપેલાં માટીનાં ડુંપડાં વધારે શીતળ લાગે છે કારણકે છાણ અને માટી મંદવાહક છે. દિંદ જેવા ગરમ પ્રદેશમાં છાણ અને માટીનો ઉપયોગ તેથી વધારે પથ્ય છે.

શિઆળાના દિવસોમાં આપણને લાદી કરતાં લીપેલી જગ્યા વધારે ગરમ લાગશે. દિવસમાં લાદી જેમ વધારે તપે છે તેમ રાત્રે વધારે શીતળ બની જાય છે; જ્યારે લીપેલી જગ્યા શીતળતા અને ઉજ્જતાની મંદવાહક હોવાથી શિઆળામાં ઠંડી નથી થતી અને ઉન્હાળામાં ગરમ નથી થતી. વળી ઠંડા પ્રદેશોના ઘરોના પથરાના ઓરડામાં હંમેશાં કાચાની સાદડીઓ પાથરી રાખવામાં આવે છે કારણકે કાચા મંદવાહક હોવાથી પથરની ઠંડીને આપણા શરીરમાં લઇ જતો નથી.

રસોઈ કરતી વખતે અને હવન કરતી વખતે રેશમી કાપડનો ઉપયોગ કરવાની આપણામાં પ્રથા છે. તેનું કારણ એ છે કે રેશમ મંદવાહક હોવાથી કોઈ વખત અગ્નિનો તણખો પડે તો આખું કાપડ સળગવાને બદલે તે જગ્યાએ કાણું પડી અગ્નિ ઓલવાઈ જશે. એ તણખાની ગરમીને રેશમ વહન કરવા દેતું નથી.

એ ઉપરાંત આપણે જાણીએ છીએ કે બરફ સાચવવા માટે ભુસું અને કોથળા બરફ આસપાસ વીંટેલી રાખવા પડે છે, કારણકે

જુમું અને કોથળા મંદવાહક હોવાથી જહારની ગરમી અંદર જતી નથી. ઉન્હાળામાં આપણે ગરમ કપડાં પહેરીએ છીએ કારણકે ઉન મંદવાહક હોવાથી જહારની શીતળતા શરીરમાં નથી લઇ જતું કે શરીરની ઉષ્ણતા જહાર નથી લઇ જતું.

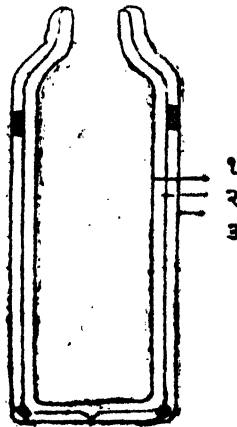
વળી એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે અમુક વસ્તુ જેમ વધારે ખરબચડી અને કાળી હોય તેમ તે વધારે ઉષ્ણતાવાહક બને છે. આ કારણને લીધે તપેલાંની નીચે કંસારાઓ ખોંચ પાડે છે, અને રસોઇ કરતી વખતે તપેલાંની નીચે માટીનું થર કરવામાં આવે છે. વળી આપણે ઉન્હાળામાં કાળાં કપડાં નથી પહેરતા કારણકે કાળી વસ્તુ વધારે જલદ ઉષ્ણતાવાહક છે, જ્યારે ઘોળાં કપડાં એ ઉષ્ણતાનું પરાવર્તન કરે છે. કાળી વસ્તુ વધારે જલદવાહક છે એનો પ્રયોગ કરીએ.

એ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર લો; એકના ઉપર મેસ ચોપડો અને બીજાને એમને એમ રહેવા દો. પછી બન્નેને તડકામાં મૂકો તો જણાશે કે મેશવાળામાં પારો વિશેષ ચઢે છે.

થર્મોસિ

૧,૩ થર્મોસિની દિવાલ.

૨ શૂન્ય.



ચિત્ર નં. ૫

વળી એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે હવા બહુ જ મંદવાહક છે. આપણે જાણીએ છીએ કે થર્મોસ નામનું એક વાસણ આવે છે જેમાં ગરમ દૂધ લાંબો વખત સુધી ગરમ રાખી શકાય છે. એ થર્મોસમાં બે દિવાલ હોય છે અને એ બે દિવાલો વચ્ચેની હવા કાઢી નાંખવામાં આવે છે અથવા એમાં શૂન્ય રહે છે. (ચિત્ર નં. ૫) શૂન્ય મંદવાહક હોવાથી બહારની શીતળતા અંદર નથી આવતી અને અંદરની ઉષ્ણતા બહાર નથી જતી. બહુ થંડા મુલકોનાં ઘરોમાં એકને બદલે બે કાચની બારીઓ રાખવામાં આવે છે જેથી એ બે બારી વચ્ચે અમુક હવા રહે, અને એ હવા ઓરડાની ઉષ્ણતા બહાર ન લઇ જાય કે બહારની ઠંડી અંદર ન લઇ જાય. આ જ કારણને લીધે ગોઠડાંથી ધાખળા કરતાં આપણને તાઢમાં વિશેષ રાહત મળે છે. રૂમાં ઘણી જ હવા હોવાને લીધે આપણા શરીરની ગરમી બહાર જતી નથી.

પ્રકરણ ૪.

ઉષ્ણતાનયન.

જોઈતા સાધનોની યાદી:

(૧) લોટા, (૨) પાણી, અને (૩) મઘાઈ.

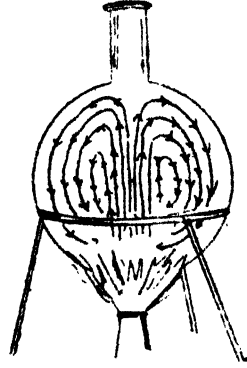
શિક્ષકને સૂચના:

(૧) એક લોટામાં પાણી ભરો અને અંદર પોટાસ પર્મેન્ગેનેટની એક ન્હાની કણ નાંખો.

(૨) એ લોટાને ગરમ કરો; નીચેનું ગરમ અને હલકું પાણી ઉપર જવું દેખાશે અને ઉપરનું ઠંડું અને ભારે પાણી નીચે આવવું જણાશે તે બતાવો.

ઘન પદાર્થોમાં આણુઓ માર્જીત ગરમીનું વહન થાય છે એ આપણે જોઈ ગયા. હવે પ્રવાહીઓ અને વાયુઓ કેવી રીતે ગરમ થાય છે એ આપણે જોઈએ.

ઉબ્જુતાનયન



ચિત્ર નં. ૬

એક લોટામાં પાણી લઈ પોટાશ પર્મેન્ગેનેટ નામના રસાયનની એક કણ નાંખો જે નીચે ખેસી જશે. પછી એ લોટાને ગરમી આપો. ત્તમે જોશો કે એ કણનું ધ્રાવણ થવા માંડશે અને નીચેનું પાણી ગરમ બનવાથી હલકું થશે અને ઉપર જશે અને ઉપરનું ઠંડું પાણી ભારે હોવાને લીધે નીચે આવશે. (ચિત્ર નં. ૬). નીચે આવેલું પાણી પાછું ગરમ બની હલકું બનશે અને ઉપર જશે. આ પ્રમાણે હલકું ગરમ પાણી ઉપર જશે અને ભારે ઠંડુ પાણી નીચે આવશે અને અંતે એ પાણી ઉકળવા માંડશે.

આ ક્રિયામાં આપણે જોઈએ છીએ કે પ્રવાહીના અણુઓ પોતે જ ગતિ કરે છે. ઉબ્જુતાવદનમાં અણુઓ ગતિ નથી કરતા, પણ ગરમી પોતે ગતિ કરે છે. પ્રવાહીમાં ગરમી પહોંચાડનારી આ ક્રિયા જેમાં અણુઓ પોતે જ ગરમી લઈ જાય છે તેને ઉબ્જુતાનયન કહે છે. બધા પ્રવાહીઓ આ પ્રમાણે ગરમ થાય છે.

પાણી એ મંદવાહક છે. તેથી આપણે ગરમ થતા બંબાનું પાણી શરૂઆતમાં તપાસીએ તો ચકલી આગળનું ભારે

ઠંડુ પાણી ઠંડુ જ રહેશે અને ઉપરનું પાણી ગરમ રહેશે. સરોવરની સપાટી ઉપરના પાણી સૂર્યના તાપને લીધે ઠંડુ ગરમ હોય છે પણ અંદરનું પાણી શીતળ જ હોય છે, કારણ પાણી મંદવાહક છે અને ગરમ પાણી હલકું હોવાથી ઉપર જ રહે છે.

વાયુ પણ પ્રવાહી માફક જ ગરમ થાય છે. આપણે ઉચ્ચ-વાસમાં જે કાર્બોનીક એસીડ ગેસ બહાર કાઢીએ છીએ તે ગરમ હોય છે એટલે હલકો હોય છે અને ઓરડાની છત તરફ જાય છે. ઓરડામાં જાળીયાં હોય તો તે માર્ફત એ ગરમ હવા ચાલી જાય અને બીજી ઠંડી હવા બારી આગળથી આવે. આ કારણે બારીઓ જેમ બને તેમ નીચી રાખવામાં આવે છે અને જાળીયાં જેમ બને તેમ ઉંચે રાખવામાં આવે છે. દિવામાં પણ ઠંડી બારે હવા નીચેથી આવી શકે તેને માટે ચીમની નાચે છિદ્ર હોય છે અને કાર્બોનીક એસીડ ગેસ જવા માટે ઉપર વ્યવસ્થા હોય છે. એજ પ્રમાણે દિવસમાં જમીન તપવાથી હવા હલકી થઇ ઉપર જાય છે અને દરિયા ઉપરની ઠંડી બારે હવા પવન રૂપે આવે છે. દરિયા ઉપર આવેલા પ્રદેશો સમશીતોષ્ણ હોય છે તેનું કારણ એ છે કે જમીન કરતાં પાણી મંદવાહક હોવાથી દરિયા દિવસમાં ઓછા તપે છે અને રાત્રે ઓછા ઠંડા પડે છે. તેથી દિવસમાં ગરમી ઓછી લાગે છે, અને રાત્રે ઠંડી ઓછી લાગે છે.

પ્રકરણ ૫.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) બે ત્રણ કાર્ડબોર્ડ, (૨) મીજબત્તી, (૩) મધાક, અને (૪) આરસીઓ.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) એ બોર્ડ લઈ તેમાં સરખી લગાવએ છિદ્રો પાડી દિવા સમક્ષ મૂકા. દિવા દેખાશે.

(૨) એક બોર્ડ સ્લેબ નીચું કરો. દિવા નહીં દેખાય.

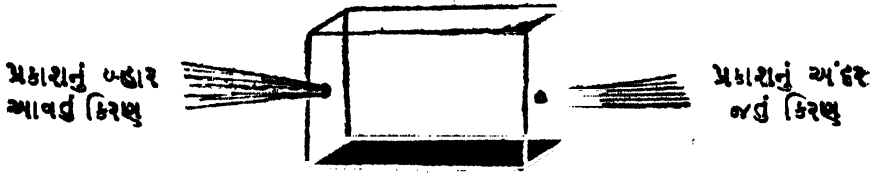
(૩) પહેલું બોર્ડ અને દિવા એટલાંજ નીચાં કરો. પાછા દિવા દેખાશે. પ્રકાશ સીધી લીટીમાં પસાર થાય છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) આરસી સમક્ષ ડાબી બાજુએ એક દિવા મૂકા. જમણી બાજુએ એ દિવાનું પ્રતિબિંબ કયાં આગળ દેખાય છે તે વિદ્યાર્થી પાસેથી જ શોધી કઢાવો. એ ઉપરથી આપાત કિરણ, લંબકિરણ, અને પરાવર્તન કિરણ દોરી પરાવર્તનના નિયમો સ્થાપનવો.

આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યારે સૂર્યનાં કિરણો આરસી ઉપર, પાણી ઉપર કે કોઈ ચળકતા પદાર્થ પર પડે છે ત્યારે એ કિરણો પાછાં ફરે છે. કિરણના આ પાછાં ફરવાને આપણે પરાવર્તન કહીએ છીએ. આપણે એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે ઇશ્વરની સૃષ્ટિમાં કંઈ પણ અવ્યવસ્થિત નથી. જેમ બધી ક્રિયામાં નિયમો હોય છે તેમ આ પરાવર્તનમાં પણ અમુક નિયમો હોય છે, જેનો આપણે અભ્યાસ કરીએ.

એ પરાવર્તનના નિયમોનો અભ્યાસ કરીએ તે પહેલાં સૂર્યના કિરણો આપણે કેવી રીતે જોઈ શકીએ તેનો ખ્યાલ કરીએ. સૂર્યના તડકામાં આપણે નજર કરીએ તો ધૂળની અને બીજા અસંખ્ય રજકણો જોવામાં આવશે. આ રજકણો પણ અમુક અર્થ માટે ઇશ્વરે બનાવી છે. એ રજકણો ઉપર જ્યારે સૂર્યનો અદૃશ્ય પ્રકાશ પડે છે ત્યારે એ રજકણો પ્રકાશનું આરસીની માફક પરાવર્તન કરે છે અને તેથી આપણે પ્રકાશ જોઈ શકીએ છીએ. રજકણો અદૃશ્ય પ્રકાશને દૃશ્ય બનાવે છે.

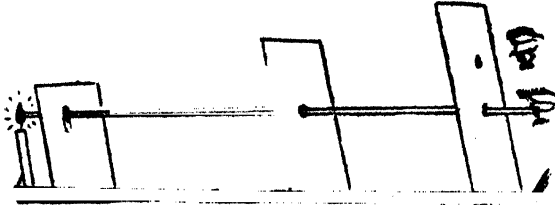
રજકણો વિનાની પેટી



ચિત્ર નં. ૭

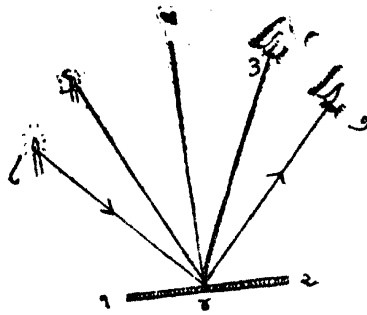
એ સિદ્ધ કરવા માટે એક પ્રયોગ કરીએ. એક પેટી લઇને તેમાંથી બધી રજકણો કાઢી નાંખી પ્રકાશનું એક બિંબ એ ઉપર પડવા દો. પેટીની જમણી બાજુ ઉપર એ બિંબ દેખાશે અને પેટીમાંથી બહાર નીકળતું એ બિંબ દેખાશે પણ પેટીમાં એ બિંબ કેવી રીતે અને ક્યાં જાય છે તે જણાતું નથી કારણ પેટીમાં ધૂળની રજકણો નથી. આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે ધૂળની રજકણો દુનિયામાં ન હોત તો દુનિયામાં અંધારું હોત.

બીજું, પ્રકાશનું બિંબ કેવી રીતે પસાર થાય છે એ આપણે જોઇએ. આપણે એક ઓરડામાં બેસીએ તો એ અવાજના મોજાંઓ ગમે તે રસ્તે, વાંકાં વળાંને બીજા ઓરડામાં જાય છે અને આપણો અવાજ ત્યાં સંભળાય છે. પણ પ્રકાશનાં બિંબ એવી રીતે વાંકાં વળતાં નથી; તે તો સીધી લીટીમાં જ પસાર થાય છે. દાખલા તરીકે, એક સ્થળે દિવો મૂકી તેની સમક્ષ લાકડાનો પડદો મૂકીએ તો દિવાનો પ્રકાશ પડદા પાછળ જઈ શકતો નથી પણ એ પડદા અને દિવાની સીધી લીટીમાં એક છિદ્ર પાડીએ તો દિવો બરાબર દેખાય. (ચિત્ર નં. ૮) એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે પ્રકાશના કિરણો હંમેશાં સીધી લીટીમાં પસાર થાય છે. એનો અર્થ એ નથી થતો કે લીટી હંમેશાં સીધી જ જોઇએ; એનો અર્થ એ છે કે એની દિશા સીધી જોઇએ, વાંકવાળી નહીં.



ચિત્ર નં. ૮
 શરૂઆતમાં આટલું જાણ્યા પછી આપણે પરાવર્તનના નિયમો તપાસીએ. એ તે સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે આપણે કોઈના મ્હેં ઉપર સૂર્યનું પ્રતિબિંબ પાડવું હોય તો અમુક સ્થિતિમાં તકતો ધરીએ તો પાડી શકીએ. સૂર્ય પૂર્વમાં હોય તો પશ્ચિમ દિશાએ એનું પ્રતિબિંબ પાડી શકાય.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.



ચિત્ર નં. ૯
 ૧,૨ તકતો. ૩,૪ આપાત કિરણ. ૪,૫ લંબ કિરણ. ૩,૪,૫ આપાત કોણ. ૭,૪ આપાત કિરણ. ૭,૪,૫ આપાત કોણ. ૪,૬ પરાવર્તન કિરણ. ૫,૪,૬ પરાવર્તન કોણ. ૪,૮ પરાવર્તન કિરણ. ૫,૪,૮ પરાવર્તન કોણ.

૧,૨ એક તકતો છે. ૩,૪ પ્રકાશનું એક કિરણ છે જે તકતો ઉપર પડે છે. એ કિરણને આપાત કિરણ કહેવામાં આવે છે.

૫૮=૫૭૫° એ ઉપરથી આપાત શબ્દ યોજવામાં આવ્યો છે. જો ૪,૫ નામની એક લીટી તકતાને ૯૦° કાટખુણે દોરવામાં આવે તો એને લંબકિરણ કહેવામાં આવે છે. સામાન્ય અનુભવે ત્હમે સમજી શકશો કે આપાત કિરણનું પરાવર્તન એ લંબકિરણની ડાબી બાજુએ થશે. પણ એ પરાવર્તન ગમે તેમ થતું નથી; એ પરાવર્તનનો અમુક નિયમ હોય છે.

૩,૪,૫ ને આપાત કોણ કહેવામાં આવે છે. જો આપાત કોણનો અંશ ૩૦° હોય તો પરાવર્તન કિરણ ૪,૬ નું એવી રીતે પરાવર્તન થશે કે ૫,૪,૬ જેને પરાવર્તન કોણ કહેવામાં આવે છે તે પણ ૩૦° અંશનો થશે.

એ જ પ્રમાણે ૭,૪ નામે બીજું આપાત કિરણ લઈએ.

૭,૪,૫ તેથી આપાત કોણ કહેવાશે.

એ આપાત કિરણનું પરાવર્તન ૪,૮ નામે પરાવર્તન કિરણની દિશામાં થશે જેથી ૫,૪,૮ પરાવર્તન કોણ ૭,૪,૫ આપાત કોણ બરાબર થશે.

એ જ પ્રમાણે જો ૫,૪ આપાત કિરણ હોય તો આપાત કોણનો અંશ ૦° છે એટલે પરાવર્તન કોણનો અંશ પણ ૦° રહેશે; એનો અર્થ કે લંબકિરણનું એ જ દિશામાં પરાવર્તન થશે.

આ ઉપરથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે જ્યારે પ્રકાશના કિરણોનું પરાવર્તન થાય ત્યારે,

(૧) આપાત કિરણ અને પરાવર્તન કિરણ લંબકિરણની સહામસહામી દિશામાં હોય છે.

(૨) આપાત કોણ અને પરાવર્તન કોણ સરખાં હોય છે.

(૩) લંબકિરણ એ જ દિશામાં પરાવર્તન પામે છે.



પ્રકરણ ૬.

પ્રતિબિંબ અને પ્રતિબિંબો.

જોધતા સાધનોની યાદી:—

(૧) આરસીઓ અને (૨) મીણબત્તી.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ૯૦° અંશને કાટખુણે બે આરસીઓ મૂકે અને તેની વચ્ચે મીણબત્તી મૂકે. ૩ પ્રતિબિંબ દેખાય તે બતાવે.

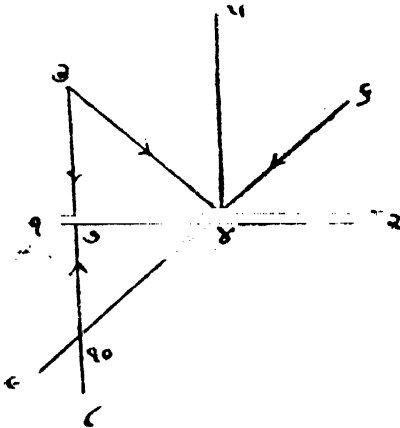
(૨) ૬૦° અંશના ખુણે આરસીઓ મૂકે. ૫ પ્રતિબિંબ દેખાય તે બતાવે.

(૩) ૪૫° અંશને ખુણે ૭ પ્રતિબિંબ થાય છે તે બતાવે.

(૪) ૩૦° અંશને ખુણે ૧૧ પ્રતિબિંબો થાય તે બતાવે.

(૫) બે આરસીઓ સ્ક્રામસ્ક્રામે હોય ત્યારે અસંખ્ય પ્રતિબિંબ થાય છે તે બતાવે.

હવે પરાવર્તનના નિયમો સ્થાપિત કર્યા પછી અમુક પદાર્થ તકતા આગળ મૂકીએ તો તેનું પ્રતિબિંબ ક્યાં પડે છે તે આપણે જોઈએ.



- ૧, ૨ તકતો
- ૩ પદાર્થ
- ૩, ૭ લંબકિરણ
- ૩, ૪ આપાતકિરણ
- ૪, ૬ પરાવર્તનકિરણ
- ૧૦ પ્રતિબિંબ

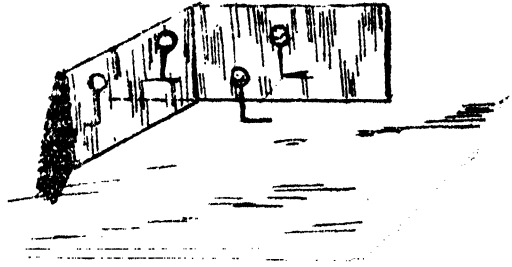
૧, ૨ એ તકતો છે અને એક પદાર્થ ૩ એની સમક્ષ મૂકવામાં આવ્યો છે. એનું પ્રતિબિમ્બ તકતામાં ક્યાં પડે એ આપણે તપાસીએ.

એ પદાર્થમાંથી સરલતા ખાતર આપણે બે જ કિરણ લઇએ, એક લંબકિરણ ૩, ૭, અને ખીજું આપાત કિરણ ૩, ૪. આપણે જોઇ ગયા છીએ કે લંબકિરણનું એજ દિશામાં પરાવર્તન થાય એટલે આપણે ૩ આગળથી જોઇએ તો પ્રતિબિમ્બનું કિરણ ૮, ૭ ની દિશામાંથી આવતું જણાશે. એજ પ્રમાણે ૩, ૪ આપાતકિરણનું પરાવર્તન કિરણ ૪, ૬ છે એટલે આપણે ૬ આગળથી જોઇએ તો તે પરાવર્તન કિરણ ૯, ૪ ની દિશામાંથી આવતું જણાશે. લંબ કિરણનું પરાવર્તન કિરણ ૭, ૩ અને આપાત કિરણનું પરાવર્તન કિરણ ૪, ૬ ને લંબાવીએ તો તે ૧૦ આગળ મળે છે. ૧૦ તેથી ૩નું પ્રતિબિમ્બ છે. આપણે માપીયું તો ૩, ૭ ની લંબાઇ ૧૦, ૭ ની લંબાઇ બરાબર છે. એનો અર્થ એ કે અમુક પદાર્થ ૧ ફુટ તકતા સમક્ષ હોય તો તેનું પ્રતિબિમ્બ તકતાની અંદર ૧ ફુટ દૂર હોય. આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે પદાર્થ અને પ્રતિબિમ્બ તકતાથી સમાંતર છે.

પ્રતિબિમ્બની જગ્યા શોધી કાઢવાનો સરલ ઉપાય હવે મળી આવ્યો. એક પદાર્થમાંથી બે કિરણો લેવાં, એક લંબકિરણ અને ખીજું આપાતકિરણ. એ બન્નેના પરાવર્તન કિરણને લંબાવવા. જ્યાં એ બે કિરણો એક બીજાને મળે તે પ્રતિબિમ્બની જગ્યા. અનેક પ્રતિબિમ્બો.

હવે આપણે એક કરતાં વધારે તકતાનો ઉપયોગ કરીએ. જો કોઇ પદાર્થ એ બે તકતાની વચ્ચે મૂકવામાં આવે તો કેટલાં પ્રતિબિમ્બો પડે એ આપણે જોઇએ.

૬૦° અંશે ત્રણ પ્રતિબિમ્બો.



ચિત્ર નં. ૧૧

સામાન્ય નિયમ એવો છે કે બે તકતાઓ વચ્ચે એવો ખુણો હોય કે જે 360° અંશનો ભાગ્ય હોય તો પ્રતિબિમ્બની સંખ્યા નીચેના નિયમ પ્રમાણે કાઢી શકાય.

૩૬૦

તકતાની વચ્ચેની ખુણા—૧=પ્રતિબિમ્બની સંખ્યા.

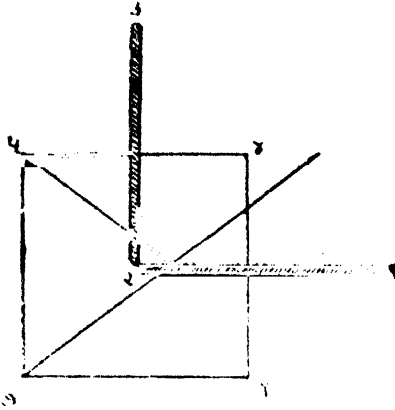
તકતાની વચ્ચેનો ખુણો 60° હોય તો $\frac{360^\circ}{60^\circ} - 1 = 3$ પ્રતિબિ-
મ્બ દેખાશે; ખુણો 90° નો હોય તો ૫ દેખાશે, 45° નો હોય તો
૭, 30° નો હોય તો ૧૧ અને બંને તકતા સહામે હોય એટલે

કે જ્યારે ખુણાનો અંશ 0° હોય ત્યારે ($\frac{360^\circ}{0^\circ} = \text{અસંખ્ય}$)
અસંખ્ય પ્રતિબિમ્બો જણાશે. જેમ જેમ તકતાનો ખુણો
નહાનો કરતાં જમ્બએ તેમ પ્રતિબિમ્બની સંખ્યા વધતી જાય.
આથી ઓરડામાં સહામસહામે દિવાલો ઉપર બે તકતા
હોય તો અસંખ્ય પ્રતિબિમ્બો દેખાય.

હવે એટલા પ્રતિબિમ્બો કેવી રીતે તકતામાં પડે છે તે
આપણે જોઈએ.

૧, ૨ અને ૨, ૩ બે તકતા છે અને ૪ પદાર્થ એ બે તકતાની
વચ્ચે મૂકવામાં આવ્યો છે. (ચિત્ર નં. ૧૨) તકતાની વચ્ચે 60°
અંશનો કાટખુણો છે.

૯૦° કદખુલે ત્રણ પ્રતિબિંબો.



૧,૨ તકતો
૨,૩ તકતો
૪ પદાર્થ
૫, ૧, ૭ ત્રણ પ્રતિબિંબો.

ચિત્ર નં. ૧૨

આપણે સરલ રીતે સ્લમજી શીઝીએ કે ૪ નું પ્રતિબિંબ ૧,૨ તકતામાં ૬ આગળ પડે અને ૨,૩ તકતામાં ૫ આગળ પડે, કારણ પદાર્થ અને પ્રતિબિંબ હંમેશાં સમાંતરે હોય છે.

હવે ૬ પ્રતિબિંબ ૨,૩ તકતા સમક્ષ રહેશે એટલે એનું પ્રતિબિંબ ૭ આગળ પડશે. ૫ પ્રતિબિંબ ૧,૨ સમક્ષ છે એટલે એનું પ્રતિબિંબ ૭ આગળ પડશે. આમ ૫ અને ૬ ના પ્રતિબિંબો ૭ આગળ એકઠા થાય છે, એટલે એક (૪) પદાર્થના ૫, ૬ અને ૭ એમ ત્રણ પ્રતિબિંબો પડે છે.

પ્રકરણ ૭.

પ્રકાશનું વક્રીભવન.

ઘેર્ધતા સાધનોની યાદી:—

(૧) જલપાત્ર, (૨) કાચની નળી, (૩) સીક્રો, અને (૪) વર્તુલાકાર (sphere).

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) કાચના પાત્રમાં પાણી ભરીને તેમાં એક કાચની નક્કર નળી મૂકો. પાણીની સપાટી આગળ લેવાં વળેલી જણાશે એ બતાવો.

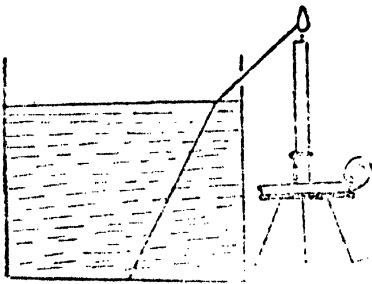
(૨) એજ જલપાત્રમાં વર્તુલાકાર લટકાવો અને એ બેડેજ લાગે છે તે બતાવો.

(૩) જલપાત્રમાં સીકો એવી રીતે મૂકો કે તદ્દમારાથી દેખાય નહીં. પણ એમાં પાણી નાંખશો તો દેખાશે. પ્રકાશના વક્રીભવનનું આ પરિણામ છે તે સ્પષ્ટબતાવો.

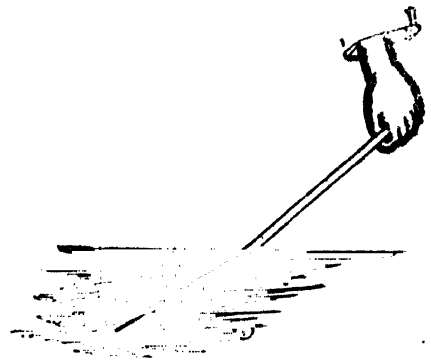
આપણે જોઈ ગયા કે જ્યારે પ્રકાશ તકતા ઉપર પડે છે ત્યારે એ પ્રકાશનું પરાવર્તન થાય છે. પણ બધા પ્રકાશનું પરાવર્તન થતું નથી. કેટલોક પ્રકાશ તકતાની અંદર પણ પસાર થાય છે. હવે એ પ્રકાશના કિરણો અંદર પસાર થયા પછી તેની શું સ્થિતિ થાય છે તે જોઈએ.

જે પ્રમાણે પ્રકાશનું કાચ ઉપર પરાવર્તન થાય છે તેજ પ્રમાણે પાણીમાં પણ પરાવર્તન થાય છે. પણ તકતા પાછળ પારો ચઢાવેલો હોવાથી પ્રકાશનું પરાવર્તન વિશેષ થાય છે, અને સાદા કાચ ઉપર પરાવર્તન થોડું થાય છે.

પ્રકાશનું વક્રીભવન



ચિત્ર નં. ૧૩



ચિત્ર નં. ૧૪

આપણે પાણીનું એક વાસણ લઈએ અને તેમાં એક લાકડી મૂકીએ તો પાણીની સપાટી ઉપર એ લાકડી જાણે વાંકી વળતી હોય

હવે એ વક્રકિરણ જ્યારે કાચની બહાર આવશે ત્યારે ફરીથી વક્રીભવન થશે. આ વખતે ૩, ૬ આપાતકિરણ હોવાશે અને ૬, ૭ વક્રકિરણ કહેવાશે જેથી આપાતકોણ ૩, ૬, ૧૦ વક્રકોણ ૮, ૬, ૭ થી નહાનો રહેશે. અતે, આપાતકિરણ ૨, ૩, ૨, ૬, ૭ દિશામાં પસાર થશે. આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે જ્યારે,

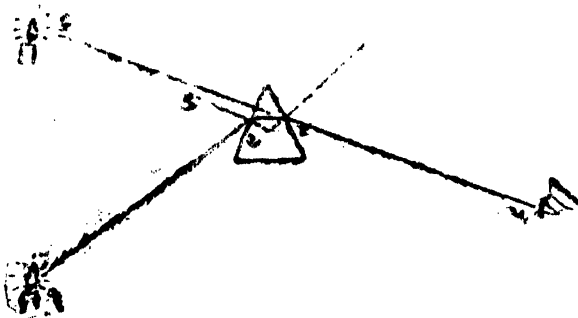
(૧) પ્રકાશનું એક કિરણ હવામાંથી કાચમાં કે ખાણીમાં પસાર થાય છે ત્યારે એ કિરણનું વક્રીભવન એવી રીતે થાય છે કે આપાતકોણ વક્રકોણ કરતાં મોટો હોય છે.

(૨) પ્રકાશનું એક કિરણ જ્યારે કાચમાંથી હવામાં પસાર થાય છે ત્યારે આપાતકોણ વક્રકોણ કરતાં નહાનો હોય છે.

(૩) આપાત કિરણ અને વક્રકિરણ બે જુદા જુદા પદાર્થોમાં હોય છે; એક હવામાં તો બીજું કાચમાં અથવા ખાણીમાં અથવા ચકચકતા પદાર્થમાં.

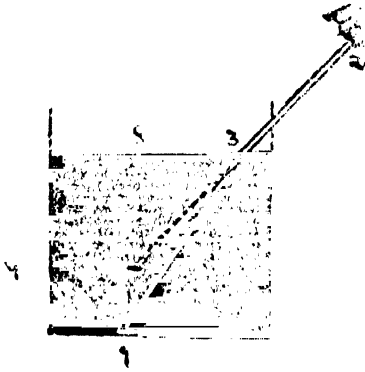
જો જ પ્રમાણે પ્રકાશનું એક કિરણ ત્રણ પાસાવાળા એક કાચ ઉપર પાડવામાં આવે તો તે કિરણનું પણ વક્રીભવન થાય.

પ્રકાશનું વક્રીભવન.



૧ મીણબત્તી
૧, ૨ આપાતકિરણ
૨, ૪ વક્રકિરણ
૪, ૫ વક્રકિરણ
૬ મીણબત્તીનું
પ્રતિબિંબ.

મીણુઅત્તીમાંથી નીકળતા ૧,૨ આપાતકિરણનું વક્રીભવન ૨,૪ તરફ થાય અને ૨,૪આપાતકિરણનું વક્રીભવન ૪,૫ દિશામાં થાય, જેથી આપાતકિરણની દિશા ૧,૨,૪,૫ રહેશે, અને મીણુઅત્તીનું અતિઅંબ કાચમાં ૧ આગળ જણાશે.

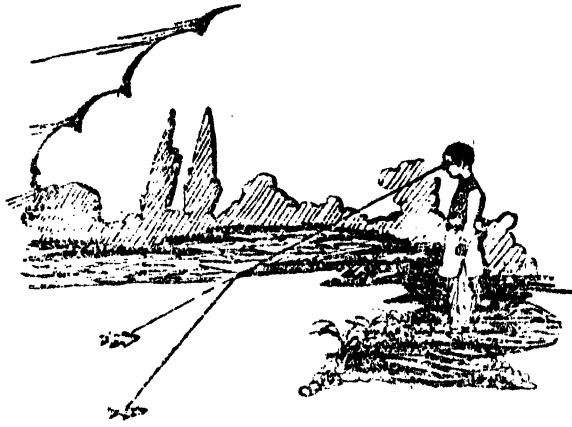


૧ સીકો
૧, ૩ આપાતકિરણ
૩, ૨ વક્રકિરણ
૫ સીકાનું પાણીમાં રચન.

ચિત્ર નં. ૧૭

એ વક્રીભવનનાં હવે કેટલાંક પરિણામે આપણે જોઈએ.

વાસણમાં ૧ સીકો છે.(ચિત્ર નં.૧૭)આપણી આંખ ૨ આગળ હોય તોઆપણે એ સીકો જોઈ શકીએ નહીં. પણ હવે જો એ વાસણમાં પાણી નાંખીએ તો ૧,૩ કિરણ જે સીધી દિશામાં પહેલાં જતું તેનું વક્રીભવન થઈ ૩,૨ દિશામાં જશે જેથી આપણે એ સીકાને જોઈ શકીશું. પણ એ ૩,૨ કિરણ ૧,૩ દિશામાંથી આવતું નહીં જણાય પણ ૫,૩ દિશામાંથી આવતું જણાશે, એટલે આપણે ૧,૫ જેટલી જગ્યા તો વક્રીભવનને લીધે જોઈ શકીશું નહીં. પાણીની ઉંડાઈ ૬,૧ હોય તો આપણને તે ૬,૫ લાગે. પાણી ૨૦ ઉંડું હોય તો ૧૫ ફુટ દેખાય. આ કારણથી માછલીઓ મારવી હોય તો માછીમાર ૫ ને બદલે ૧ જગ્યાએ તરાપ મારે છે. (ચિત્ર નં. ૧૮) વક્રીભવનના પરિણામે પાણીની ઉંડાઈ ઓછી જણાય છે.



ચિત્ર નં. ૧૮

સામાન્ય નિયમ એવો છે કે પાણીમાં પદાર્થો કે
અને કાચમાં ^૩ ન્હાનાં જણાશે.

પ્રકરણ ૮.

વક્રીભવન અને મેઘધનુષ્ય.

નેહતા સાધનોની યાદી:—

(૧) ત્રિપાશ્વ^૧ કાચ (prism).

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ત્રિપાશ્વ^૧ કાચ ઉપર સૂર્યનાં કિરણો પડવા દો.

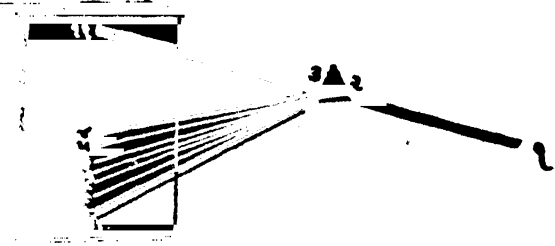
(૨) એ કાચમાંથી પસાર થતાં કિરણોને ભોંત ઉપર પડવા દો અને
સાત રંગો બતાવો. એક અંત ઉપર લાલ રંગ છે અને બીજા અંત ઉપર
જામણી રંગ છે એ બતાવો.

(૩) સૂર્યનો પ્રકાશ સાત રંગનો બનેલો છે તે સિદ્ધ કરો.

હવે મેઘધનુષ્ય કેવી રીતે થાય છે તે આપણે જોઈએ. આપણી
સામાન્ય માન્યતા એવી છે કે સૂર્યનો પ્રકાશ ફક્ત ધોળા રંગનો
બનેલો છે. પણ સર આઈઝેક ન્યુટને સિદ્ધ કર્યું કે સૂર્યનો
પ્રકાશ એક રંગનો બનેલો નથી પણ સાત રંગનો બનેલો છે.

સાત રંગ

- ૧,૨ આપાત કિરણ
 ૩,૪,૫ લાલ વક્રકિરણ
 ૩,૫,૬ નારંગી "
 ૩,૬,૭ પીળું "
 ૩,૭,૮ લીલું "
 ૩,૮,૯ જુરું "
 ૩,૯,૧૦ વાદળી "
 ૩,૧૦,૧૧ જામલી "



ચિત્ર નં. ૧૯

એક દિવસ અંધારા ઓરડામાં એણે ત્રણ બાબુ વાળો ત્રિપાર્શ્વ કાચ (prism) લીધો અને એના ઉપર સૂર્યનું એક કિરણ ૧,૨ પડવા દીધું. એણે જોયું કે આપાત કિરણ ૧,૨ એ કાચને લીધે સાત રંગમાં વહેંચાઈ ગયું. એણે એ પણ જોયું કે જામલી કિરણ છેક નીચે હતું અને લાલ કિરણ છેક ઉપર હતું, જ્યારે બાકીના બધા રંગો લાલ અને જામલી વચ્ચે હતા. આનું કારણ એ છે કે જામલી રંગનું વક્રીભવન સૌથી વધારે છે અને લાલનું સૌથી ઓછું છે; બાકીના બીજા રંગોનું વક્રીભવન એ બેની વચ્ચે છે.

સર આઘઝેકે તેથી સિદ્ધ કર્યું કે સૂર્યનો પ્રકાશ સાત રંગની મીલાવટનો બનેલો છે અને એ સાત રંગો ત્રિપાર્શ્વ કાચથી છૂટા પાડી શકાય છે. (ચિત્ર નં. ૧૯)

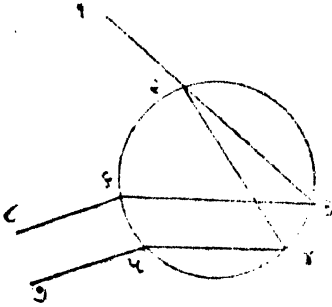
જો પાછા એજ સાત રંગના કિરણો ઉંધા ગોઠવેલા બીજા ત્રિપાર્શ્વ કાચમાંથી પસાર કરાવવામાં આવે તો એ સાત રંગ મળી જાય અને ઘોળું કિરણ બહાર આવે.

સૂર્યનો પ્રકાશ સાત રંગનો બનેલો હોય છે તે આથી સિદ્ધ થાય છે.

રસ્તાઓ ઉપર જ્યારે નળી માર્કેટ પાણી નંખાય છે ત્યારે

સૂર્યના પ્રકાશ પાણીના ટીપા માફત પસાર થાય છે અને એ પાણી સૂર્યના પ્રકાશને સાત રંગમાં છૂટા પાડે છે, અને સાત રંગો દેખાય છે. એ જ સિદ્ધાંત ઉપર મેધ ધનુષ્યનું બંધારણ છે.

મેધ ધનુષ્ય



- ૧, ૨ આપાતકિરણ
૨, ૩ લાલ રંગનું વક્રકિરણ
૨, ૪ જામલી ,,
૩, ૬ લાલ રંગનું પરાવર્તન કિરણ
૪, ૫ જામલી રંગનું ,,
૬, ૮ લાલ રંગનું બહાર આવતું વક્રકિરણ
૫, ૭ જામલી ,, ,, ,, ,,

ચિત્ર નં. ૨૦

સૂર્યનું એક કિરણ ૧,૨ પાણીના એક ટીપા ઉપર આપાત થાય છે. એ કિરણનાં સાત રંગ જુદાં પડશે જેમાં ૨,૩ એ લાલ રંગનું વક્રકિરણ છે અને ૨,૪ જામલી રંગનું વક્રકિરણ છે. ૨, ૩ અને ૨, ૪ એ બે લાલ અને જામલી કિરણનું પરાવર્તન અનુક્રમે ૩,૬ અને ૪,૫ દિશામાં થશે. વળી ૩,૬ અને ૪,૫ ન્યારે પાણીમાંથી બહાર દવામાં આવશે ત્યારે ૩,૬ નું વક્રીભવન ૬,૮ દિશામાં થશે અને ૪,૫ નું વક્રીભવન ૫,૭ દિશામાં થશે. એટલે લાલ રંગ ઉપર દેખાશે અને જામલી રંગ નીચે દેખાશે; બાકીના બધા રંગો લાલ અને જામલી વચ્ચે રહેશે; અને આપણે મેધ ધનુષ્ય આકાશમાં જોઈશું જેમાં લાલ રંગ ઉપર દેખાશે અને જામલી રંગ નીચે જણાશે.

પ્રકરણ ૯.

ઘર્ષણ વિદ્યુત અને તેના નિયમો.

ઝોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) એમોનાઈટ, (૨) કાચની નળી, (૩) લાખ, (૪) રેશમ, (૫) બિલાડીનું ચામડું, (૬) તણખલાં, કામળના ઝીણા કકડા, પીંછાં વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) એમોનાઈટનો કકડો લઈ બિલાડીના ચામડા સાથે ધસો; એને પીંછાં, કામળના કકડા, ધાસનાં તણખલાં જેવાં હલકા પદાર્થો આગળ ધરો.

એ બધા હલકા પદાર્થો જાંચકાઈ જશે એ બતાવો.

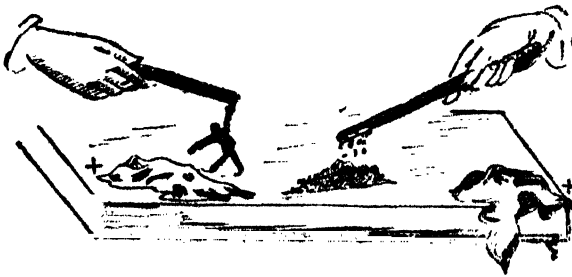
(૨) એજ પ્રમાણે કાચની નળીને રેશમ સાથે ધસો, લાખને રેશમ સાથે ધસો; એ પણ ઉપર બતાવેલા હલકા પદાર્થોને જાંચકી છે છે તે બતાવો.

(૩) બિલાડીના ચામડાથી ધસાયેલાં બે એમોનાઈટને લટકાવો; એની વચ્ચે વિરોધ થાય છે એ બતાવો.

(૪) બિલાડીના ચામડાથી ધસાયેલા એમોનાઈટ સમક્ષ રેશમ સાથે ધસાયેલી કાચની નળીને લટકાવો. એની વચ્ચે આકર્ષણ થશે એ બતાવો.

(૫) બે સમપ્રકારની વિદ્યુત વચ્ચે વિરોધ અને અસમ પ્રકારની વિદ્યુત વચ્ચે આકર્ષણ થાય છે એ સિદ્ધ કરો.

વિદ્યુત અને હલકાં પદાર્થો.



એથોનાઇટ નામનું લાકડું લઇને ખિલાડીનાં ચામડાં સાથે ઘસવામાં આવે તો એથોનાઇટ લાકડામાં કંઈ એવી શક્તિ ઉત્પન્ન થાય કે જેથી તે કાગળના કકડા, પીછાંઓ, વાળ, ઘાસનાં તણખલાં, વગેરે હલકી વસ્તુ ઊંચકી શકે છે. (ચિત્ર નં. ૨૧) એજ પ્રમાણે જો એક કાચની પોલી નળી લઇને રેશમ સાથે ઘસવામાં આવે તો નળી પણ કાગળના કકડાને ઊંચકી શકે. લાખનો કકડો લઈ રેશમ સાથે ઘસવામાં આવે તો લાખના કકડામાં પણ એવી શક્તિ ઉત્પન્ન થાય જેથી હલકા પદાર્થો ઊંચકી શકાય. આ પ્રમાણે અમુક પદાર્થો ઘસવાથી જે શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે જેથી હલકા પદાર્થો ઊંચકી શકાય તેને વિદ્યુત કહેવામાં આવે છે.

એજ રીતે એક પીછું લઇને વાળ સાથે ઘસવામાં આવે તો પીછામાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય જેથી હલકા પદાર્થો ઊંચકી શકાય. રેશમના કકડાને શરીર સાથે ઘસવામાં આવે તો શરીરના વાળ ઊંચા થાય. કેરખાને જમીન સાથે ઘસવામાં આવે તો ઘાસનું તણખલું રહેલાઇથી ઊંચકી શકે. કેરખો ખરો છે કે ખોટો તેનો આ એક પ્રયોગ છે. જો જમીન સાથે ઘસ્યા પછી કેરખાથી ઘાસનું તણખલું ન ઊંચકી શકાય તો એ ખનાવડી છે એમ જાણવું.

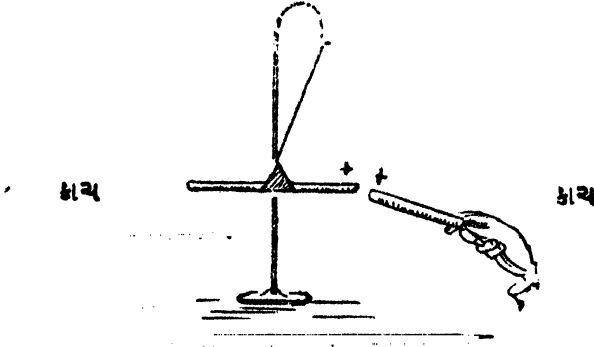
ઉપર ખતાવેલી વસ્તુ ઘસવાથી જે વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઘર્ષણ વિદ્યુત કહેવામાં આવે છે.

હવે આપણે વિદ્યુતના કેટલાક નિયમો સિદ્ધ કરીએ.

વિદ્યુતના નિયમો ભોહયુગ્મકત્વના નિયમો જેવા જ છે.

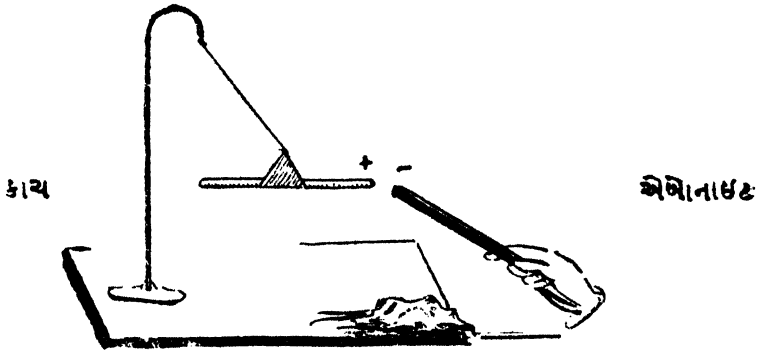
રેશમ સાથે ઘસેલી એક કાચની નળી ખીજ એવી જ નળી સમક્ષ લટકતી રાખો. તમે જોશો કે આ બે વચ્ચે એક પ્રકારનો વિરોધ રહેશે. (ચિત્ર નં. ૨૨) જે પ્રમાણે ભોહયુગ્મકમાં સમઘ્રુવની વચ્ચે વિરોધ હોય છે, તેમ અહીં પણ (+) સમ-વિદ્યુત વચ્ચે વિરોધ હોય છે.

વિશેષ



ચિત્ર નં. ૨૨

આકર્ષણ



ચિત્ર નં. ૨૩

પણ એબોનાઇટના કકડાને રેશમથી ઘસેલી કાચની નળી સમક્ષ ધરવામાં આવે તો કંઈક નવું જ જોવામાં આવશે. એ જોની વચ્ચે આકર્ષણ રહેશે. (ચિત્ર નં. ૨૩) એનું કારણ તમે સમજી શકશો કે એ જોમાં અસમાન વિદ્યુત હોવી જોઈએ.

આપણે અનુકૂળતાની ખાતર બિલાડીની ચામડીથી ઘસાયેલા

એખોનાઇટમાં ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુતને—વિદ્યુત કહીયું, અને રેશમથી ધસાયેલી કાચની નળીમાં ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુતને + વિદ્યુત કહીયું. આ નામો અનુકૂળતાના નામો છે; જેમ આપણે એક હાથને જમણો અને બીજાને ડાબો કહીએ છે તે પ્રમાણે આ નામો છે.

આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે

- (૧) વિદ્યુતવાળા પદાર્થો હલકા પદાર્થોને આકર્ષે છે.
 - (૨) સમ પ્રકારની વિદ્યુત એકબીજાનો વિરોધ કરે છે.
 - (૩) અસમ પ્રકારનો વિદ્યુત એક બીજાને આકર્ષે છે.
- વિદ્યુતના નિયમો લોહચુંબકના નિયમો જેવા છે.

પ્રકરણ ૧૦.

વિદ્યુતનું ઉપપાદન અને તેની અસર.

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) વિદ્યુતદર્શક યંત્ર (Pith Ball Electroscope).

(૨) એખોનાઇટ, અને (૩) કાચની નળી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) ટિલારીના ચામડા સાથે ધસાયેલા એખોનાઇટને વિદ્યુતદર્શક યંત્રના બર આગળ ધરો.

(૨) એખોનાઇટની—વિદ્યુત બરમાં + ઉપપાદન કરે છે અને તેથી બર આકર્ષાય છે એ બતાવો.

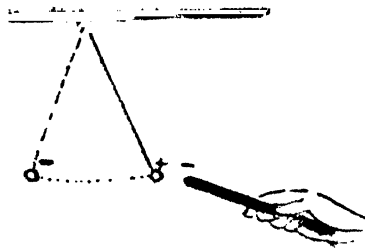
(૩) બર એખોનાઇટને ઝઢોટી જવાથી—વિદ્યુત લે છે અને પછી વિરોધ થાય છે એ બતાવો.

(૪)—વિદ્યુત પદાર્થના પાસેના ભાગમાં + વિદ્યુત અને દૂરના અંતમાં—વિદ્યુત ઉપપાદન કરે છે એ સિદ્ધ કરો.

હવે વિદ્યુતવાળો પદાર્થ હલકા પદાર્થને શા માટે આકર્ષે છે તે આપણે જોઈએ.

આપણે જોઈ ગયા કે એક લોહચુંબક પાસે લોખંડ ધરીએ તો લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ લોખંડના પાસેના અંતમાં દક્ષિણ ધ્રુવનું ઉપપાદન કરશે જેથી ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવ વચ્ચે આકર્ષણ થશે. એજ પ્રમાણે વિદ્યુતવાળો પદાર્થ બીજા પદાર્થમાં વિદ્યુતનું ઉપપાદન કરે છે. એ ઉપપાદનનો સિદ્ધાંત આપણે પ્રયોગદ્વારા સિદ્ધ કરીએ.

વિદ્યુતદર્શક ચંત્ર.



ચિત્ર નં. ૨૪

ખરૂનો એક નહાનો ગોળ કકડો રેશમની દારીથી લાકડાની એક ચીપ ઉપર તટકાવો. રેશમ અને લાકડાનું પ્રયોજન આપણે પછીથી જોઈશું.

એના આગળ વિદ્યુતવાળો એમોનાઇટ ધરો. (ચિત્ર નં. ૨૪) એમોનાઇટની - વિદ્યુત ખરૂના પાસેના ભાગમાં + વિદ્યુત ઉપપાદન કરશે એટલે ખરૂ આકર્ષાશે અને એમોનાઇટ સાથે ચોંટી જશે. પણ હવે ખરૂ ચોંટી જવાથી એમોનાઇટની - વિદ્યુત ખરૂમાં આવશે. સમ વિદ્યુત બંનેમાં હોવાથી હવે ખરૂ અને એમોનાઇટ વચ્ચે વિરોધ થશે અને ખરૂ એમોનાઇટ પાસે નહીં આવે.

પણ એ જ ખરૂ પાસે રેશમથી ઘસેલો કાચનો કકડો ધરીશું તો આકર્ષાશે કારણ કાચમાં + વિદ્યુત છે. આ પ્રયોગ ઉપરથી ઉપપાદનના અને વિદ્યુતના સિદ્ધાંત સિદ્ધ થાય છે અને એ પ્રયોગ બતાવે છે

કે ઉપપાદનની ક્રિયા થયા પછી જ પદાર્થ આકર્ષાય છે. આકર્ષણનું મૂળ વિદ્યુતનું ઉપપાદન છે.

આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે વિદ્યુતવાળો પદાર્થ સમીપતાથી કે સ્પર્શથી બીજા પદાર્થમાં વિદ્યુતનું ઉપપાદન કરે છે અને તે એવી રીતે કે તે પદાર્થનાં પાસેના અંતમાં અસમ અને દૂરના અંતમાં સમપ્રકારની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય.

આ ઉપપાદનનો નિયમ વ્યવહારમાં કેવી રીતે કામ લાગે છે તે આપણે જોઈએ. અનેક કારણોને લીધે વાદળામાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે જેનું પ્રમાણ ચોમાસામાં વિશેષ હોય છે. એમ માનો કે એક ધર ઉપરના એક વાદળામાં વિદ્યુત છે. ન્યારે ન્યારે કોઈ પદાર્થમાં વિદ્યુત હોય છે ત્યારે પાસેના પદાર્થમાં એ વિદ્યુત ઉપપાદન થાય છે એ આપણે જોઈ ગયા. એ સિદ્ધાંત પ્રમાણે ધર ઉપર વિદ્યુતનું ઉપપાદન થાય અને વાદળામાં વિદ્યુત વિશેષ હોવાથી એક તણુઓ ઉત્પન્ન થઈને ધરમાં વિદ્યુત પસાર થાય અને ધર ભાંગી જાય.

પણ એ ધર ઉપર આપણે તીણા તાંબાનો સળીયો મૂક્યો હોય અને એ તાંબાના સળીયાનો સંબંધ પૃથ્વી સાથે તાંબાના તારથી જોડ્યો હોય તો ધર ભાંગી ન જાય. એનું કારણ આ છે. વિદ્યુતનો ગુણ એ છે કે જ્યાં તીણા ભાગ હોય છે ત્યાં તરત જ વહી જાય છે. તાંબુ અને પૃથ્વી, ધરમાં વપરાયેલા પદાર્થો કરતાં વિદ્યુતના જલદવાહક હોવાથી, વિદ્યુત એમાંથી તરત ઉતરીને પૃથ્વીમાં અક્ષોપ થઈ જઈ એમાં રસાયન વિકાર ઉત્પન્ન કરે છે.

આવા તાંબાના સળીયા મ્હોટા ઘરોમાં ખાસ કરીને ટાંચે મૂકવામાં આવે છે અને તેમાં વિદ્યુત આકર્ષવાની શક્તિ એટલી બધી હોય છે કે ઘણા વિસ્તારમાં આવેલા આસપાસના મકાનોને એ બચાવી લે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે જેમ કોઈ ભાગ

વિશેષ તીણા હોય તેમ તેમાં વિદ્યુત તરત પેસી જાય અને નીકળી પડે જાય. દાખલા તરીકે, આપણા શરીરમાં વિદ્યુતના યંત્રથી વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરી હોય તો નાક અને આંગળાં માર્ફત વિદ્યુત તરત જ શરીરમાં ચાલી જાય. એ જ પ્રમાણે કોષ ત્રિકોણ કે ષષ્ટ કોણ, કે અષ્ટ કોણ આકૃતિના પદાર્થમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરી હોય તો જ્યાં કોણની અણી હોય છે ત્યાંથી વિદ્યુત તરત જ પસાર થઈ જાય છે. ગોળ દડામાં કોષ પડે તીણો ભાગ હોતો નથી એટલે એના દરેક ભાગમાંથી સરખી રીતે વિદ્યુત પસાર થાય છે. આ કારણથી ધર ઉપર તાંબાનો સળાચો તીણો રાખવામાં આવે છે.



“ વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૩ ”

વિજ્ઞાનપ્રવેશિકા ભાગ ૩.

પ્રકરણ ૧.

ભૌતિકવિકાર અને રસાયનવિકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) કશનળીઓ, (૨) ગંધક, (૩) લોખંડનો ભુકો, (૪) લોહચુંબક, (૫) ગંધકીતઅંગાર (carbon bisulphide), (૬) તામ્રમરમ, (૭) પાણી, (૮) મદાક (સ્પીરીટ લેમ્પ) વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ગંધક અને લોખંડનું મિશ્રણ કરી લોહચુંબક ધરો, લોખંડ બધું આકર્ષાઈ જશે તે બતાવો.

(૨) એક કશનળીમાં એ મિશ્રણ લઈ ગંધકીતઅંગાર એમાં નાંખો. ગંધકનું દ્રાવણ થઈ જશે એ બતાવો.

(૩) એક કશનળીમાં એ મિશ્રણને ગરમ કરો. એક નવોળ પદાર્થ હટપન્ન થાય છે તે બતાવો. એ પદાર્થ આગળ લોહચુંબક ધરો. એ પદાર્થને કશનળીમાં લઈને ગંધકીત અંગાર નાંખો. એ પદાર્થ ગંધકથી આકર્ષાતો નથી કે ગંધકીત અંગારમાં એનું દ્રાવણ નથી થતું એ સિદ્ધ કરો.

(૪) ગરમી આપવાથી ગંધકીત લોહ નામનો નવોળ પદાર્થ હટપન્ન થાય છે એ સિદ્ધ કરો. આ રસાયનવિકાર છે તે સમજવો, જ્યારે મિશ્રણ ભૌતિકવિકાર છે અને તેમાં પદાર્થોના ગુણોમાં ફેરફાર નથી થતો એ સમજવો.

અત્યાર સુધીમાં આપણે ભૌતિકસૂત્રિમાં થતાં ભૌતિક ફેરફારો જોઈ લીધા. દાખલા તરીકે આપણે જોયું કે ખરફને ગરમી મળવાથી ઓગળી જાય છે; એ પાણીને ફરીથી ઠંડું પાડીએ તો એ પાણીનું ખરફ થઈ શકે. એ પાણીને ઉકાળીએ તો વરાળ થાય અને એ વરાળને તાઢી પાડીએ તો પાણી થાય. આ ફેરફાર સ્થાયી નથી; આ ફેરફાર અમુક વાતાવરણમાં જ થઈ શકે છે. આ ફેરફારને અંગે ખરફના કે પાણીના ગુણમાં ફેરફાર થતો નથી, પણ સ્થિતિમાં ફેરફાર થાય છે. ખરફ જે ધન હોય તે પ્રવાહી બની જાય છે. પ્રવાહી પાણી વાયુના રૂપે વરાળનું સ્વરૂપ પકડે છે.

પણ હવે આપણે ભૌતિકશાસ્ત્રને બદલે રસાયન-શાસ્ત્રનો અભ્યાસ કરીએ. રસાયનશાસ્ત્ર એટલે પૃથ્વીમાં મળી આવતા ખનીજ પદાર્થોનું શાસ્ત્ર. હવે આપણે રસાયનશાસ્ત્રમાં થતાં કેટલાક ફેરફારો જોઈએ. ભૌતિકશાસ્ત્રમાં પૃથ્વી ઉપર થતા બનાવોનો આપણે અભ્યાસ કર્યો; રસાયનશાસ્ત્રમાં તો આપણે પૃથ્વીના પડોની અંદર બનતાં રસાયણો અને તેમાં થતાં ફેરફારોનો અભ્યાસ કરીશું. લોખંડ અને ગંધક જે આપણને પૃથ્વીમાંથી મળી આવે છે તે આપણે લઈએ અને મિશ્રણ કરીએ. આ મિશ્રણ આગળ આપણે લોહચુંબક ધરીશું તો લોખંડના બધા કણો આકર્ષાઈ જશે અને ગંધકથી છૂટાં પડી જશે. આ ફેરફાર રાસાયણિક નથી; આ ફેરફારને અગે મિશ્રિત થતા પદાર્થોના ભૌતિક ગુણોમાં ફેરફાર થતો નથી કારણ કે લોખંડ લોહચુંબકથી આકર્ષાય છે. વળી પહેલાં લોખંડ અને ગંધક છૂટાં હતાં, હવે તે મિશ્રિત છે એટલે જ ભૌતિક ફેર જોવામાં આવે છે. આ તો ભૌતિક ફેરફાર થયો. હવે આપણે આ બે પદાર્થોને ગરમી આપીએ તો કંઈ જુદો જ રસાયનવિકાર જોવામાં આવશે. એક નાની કશનળીમાં એ મિશ્રણ લઈને મધ્યકથી ગરમી આપીએ તો જોઈશું કે અંદર એક ભુરો પ્રકાશ જોવામાં આવશે અને સાથે સાથે ગરમી પણ ઉત્પન્ન થતી જોઈશું. વળી એક નવો જ પદાર્થ ઉત્પન્ન થશે જેના ગુણો લોખંડ કે ગંધકથી જુદાં રહેશે. એ પદાર્થને ગંધકીતલોહ (Iron Sulphide FeS) કહેવામાં આવે છે. લોખંડ લોહચુંબકથી આકર્ષાય છે, ગંધક પીળો છે, અને ગંધકીતઅગાર (carbon bisulphide) નામના પ્રવાહીમાં તેનું દ્રાવણ થાય છે, જ્યારે ગંધકીતલોહ લોહચુંબકથી આકર્ષાતું નથી કે ગંધકીતઅગારમાં તેનું દ્રાવણ થતું નથી. વળી એ પદાર્થમાં લોખંડ અને ગંધકનો એવી રીતે સંયોગ થયો છે કે એ નવા પદાર્થમાંથી છૂટા પાડી શકાય નહીં. એજ પ્રમાણે તાંબાને આપણે હવામાં તપાવીએ તો તાંબુ હવાના પ્રાણવાયુ

સાથે મળીને તામ્રલક્ષ્મ (copper oxide CuO) નામનો પદાર્થ ઉત્પન્ન કરે છે જે રંગે કાળો છે જ્યારે તાંબુ લાલ અને ચક્રચક્રું છે. વળી તાંબુ આ તામ્રલક્ષ્મમાંથી છૂટું પાડી શકાય નહીં કારણ આ ફેરફાર સ્થાયી છે. એજ પ્રમાણે આપણે કોલસાને ગરમી આપીએ તો કાર્બોનિક એસીડ ગેસ અથવા દગ્ધાંગાર વાયુ. (Carbonic Acid Gas or Carbon Dioxide CO_2) ઉત્પન્ન થાય. કોલસામાં જે કાર્બનનું તત્ત્વ છે તે પ્રાણવાયુ સાથે મળીને નવો જ પદાર્થ દગ્ધાંગાર વાયુને ઉત્પન્ન કરે છે. આ વિકાર સ્થાયી છે; નવા વાયુના ગુણો કોલસા કરતાં તદ્દન જૂદા છે; દગ્ધાંગાર વાયુમાંથી કાર્બન અને પ્રાણવાયુ છૂટા પાડી શકાય નહીં વગેરે.

ભૌતિક વિકારના ગુણો નીચે પ્રમાણે છે:-

(૧) એ વિકાર સ્થાયી નથી.

(૨) એ વિકાર સ્થિતિનો વિકાર છે; સ્થિતિ બદલાય તો એ વિકાર ન રહે.

(૩) જ્યારે એ વિકાર થાય છે ત્યારે જે પદાર્થો એ વિકાર અનુભવતાં હોય છે તેને લોહચુંબક અને પ્રવાહીઓનાં દ્રાવણથી છૂટા પાડી શકાય છે.

(૪) એ વિકારથી ઉત્પન્ન થતાં નવા પદાર્થના ગુણો મૂળ પદાર્થોના ગુણો જેવાજ રહે છે.

(૫) એ વિકાર અનુભવતાં પદાર્થોનું મિશ્રણ પ્રમાણ હોતું નથી.
જ્યારે

(૧) રસાયન વિકાર સ્થાયી છે.

(૨) રસાયન વિકાર અનુભવતા પદાર્થો નવા પદાર્થમાંથી ભૌતિક ઉપાયો જેવા કે લોહચુંબક દ્રાવણ વગેરેથી છૂટા પાડી શકાય નહીં.

(૩) રસાયન વિકારથી જે નવો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે તેના ગુણો જે પદાર્થો વિકાર અનુભવે છે તેનાં કરતાં જૂદાં હોય છે.

(૪) એ વિકારમાં જાગ લેતા પદાર્થોનું અમુક ભિન્ન પ્રમાણ હોય છે. દાખલા તરીકે ૫૬ જાગ લોખંડના ૩૨ જાગ ગંધક સાથે વિકાર અનુભવે છે. આપણે લોખંડના ૩૪ જાગ લઈએ તો ૨ જાગ અસંયુક્ત રહે.

(૫) ગરમી અને પ્રકાશ કેટલીકવાર ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્રકરણ ૨.

દ્રાવણ, દ્રાવ્યતા, દ્રાવક.

જોઈતા સાધનોની યાદી :

(૧) મીઠું, (૨) નવસાર, (૩) મોરચુથુ, (૪) ફટકડી, (૫) રેતી, (૬) ગંધક, (૭) સ્ફુરક, (૮) પત્થર, (૯) ચુનો, (૧૦) તાંબુ, (૧૧) સીમેન્ટ, (૧૨) આથોડીન, (૧૩) પાણી, (૧૪) પેટ્રોલ, (૧૫) મેથીલેટેડ સ્પીરીટ, (૧૬) ઘાસ્તેલ, (૧૭) ગંધક્રીત અંમાર, (૧૮) કશનજીઓ, અને (૧૯) મદારક.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) જુદી જુદી કશનજીઓમાં મીઠું, નવસાર, મોરચુથુ, ફટકડી લઈ પાણી નાંખી દલાવો; એ પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૨) એક કશનજીમાં બને તેટલું મીઠું લઈ પાણીમાં દ્રાવણ કરે ને થેડું મીઠું વધારે નાંખો. કશનજીને સખ્ત દલાવો; મીઠું હવે ઓગળી શકતું નથી એ બતાવો; પછી કશનજીને મદારકથી ભરેલી કરો. ગરમ પાણીમાં માઠાનું વિશેષ દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૩) કશનજીમાં પાણી લઈ તેમાં મેથીલેટેડ સ્પીરીટ નાંખો; એ બેનું એકબીજામાં દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૪) અપાનવાયુ (Ammonia NH₃) તૈયાર કરી પાણીમાં અને પસાર કરે અને પાણીમાં એનું દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૫) જુદી જુદી કશનજીઓમાં રેતી, ગંધક, સ્ફુરક, પત્થર, ચુનો, તાંબુ, સીમેન્ટ, પેટ્રોલ, તેલ, દિવેલ વગેરે દો અને પાણી નાંખો. આ પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થતું નથી એ બતાવો.

(૬) પણ ગંધક અને સ્ફુરકનું ગંધકીત અંગાર નામના પ્રવાહીમાં, અને આયોડીન (નૈલ) નું મેથીલેટેડ સ્પીરીટમાં દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો. દ્રાવક. દ્રાવ્ય પદાર્થો.

પાણી ધનપદાર્થો: મીઠું, સુરોખાર, નવસાર, ફટકડી, મોરથુથુ વગેરે. પ્રવાહીઓ: મેથીલેટેડ સ્પીરીટ અને દારૂ.

વાયુઓ: અપાનવાયુ, દગ્ધગંધક, દગ્ધાંગારવાયુ, નત્રવાયુ, (નાઇટ્રોજન) પ્રાણવાયુ અને આર્દ્રવાયુ. (હાઇડ્રોજન).

ગંધકીત અંગાર ગંધક, ઘોળો સ્ફુરક, નૈલ અને રબર.

દારૂ કપુર, નૈલ.
ધારતેલ રંગ, વાર્નાશિ, મીણ.
પેટ્રોલ ડામર, મીણ વગેરે.

અદ્રાવ્ય પદાર્થો.

કોયલો, સીમેન્ટ, ચાક, કાચ, ધારતેલ, ધાતુઓ, પેટ્રોલ, સ્ફુરક, રેતી, ગંધક વગેરે.

એક કશનળીમાં મીઠું લો અને એમાં પાણી નાંખી હલાવો. પાણીમાં મીઠું ઓગળી જશે. તેજ પ્રમાણે ખાંડ, નવસાર, મોર-થુથુ, ફટકડી, સુરોખાર વગેરે પદાર્થો પાણીમાં ઓગળી જાય છે. જે પાણીમાં મીઠું ઓગળી જાય છે તેને મીઠાનું દ્રાવણ કહીએ છીએ અને મીઠું, ખાંડ વગેરે પદાર્થો દ્રાવ્ય પદાર્થો ગણાય છે. વળી જે ગુણથી મીઠું ખાંડ વગેરે પદાર્થો પાણીમાં ઓગળી જાય છે તે ગુણ દ્રાવ્યતા તરીકે ઓળખાય છે.

વળી જેમ ધન પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે તેમ પ્રવાહી અને વાયુનું પણ પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે. દાખલા તરીકે દારૂને પાણી સાથે મેળવીએ તો એ પાણીમાં મળી જશે. અથવા તો મેથીલેટેડ સ્પીરીટને પાણીમાં મેળવીશું તો એ પાણીમાં મળી જશે.

વળી અપાનવાયુ, (એમોનીયા) પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ, (નાઇટ્રોજન) દગ્ધાંગારવાયુ, દગ્ધગંધક વગેરે વાયુનું પણ પાણીમાં

દ્રાવણ થાય છે. જે આપણે પાણી ઉકાળીશું તો અંદરથી પરપોટા બહાર જતા માલમ પડશે. આ પરપોટા પાણીમાં દ્રાવણ પામેલા વાયુના છે. સોડા વોટર જે આપણે પીએ છીએ તે, એ દબાંગારવાયુનું જલદ દ્રાવણ છે.

આપણે એટલું જાણીએ છીએ કે જ્યારે ચાહ તૈયાર થાય છે ત્યારે જેમ પાણી ઉત્તું થાય છે તેમ ખાંડનું દ્રાવણ વિશેષ થાય છે. હવે એ પાણીમાં વધારે ખાંડ નાંખીશું તો વધારે દ્રાવણ થશે. એ બતાવે છે કે ઉષ્ણ પાણી ઠંડા પાણી કરતાં વધારે પ્રમાણમાં પદાર્થોનું દ્રાવણ કરે છે. દાખલા તરીકે ૧૦૦ ગ્રામ પાણી ૪૦ અંશ સી. લઈએ. તેમાં ફટકડીનું દ્રાવણ કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ તો આશરે ૨૩ ગ્રામ ફટકડીનું દ્રાવણ થઈ શકે. ૨૪ ગ્રામનું દ્રાવણ કરવા જઈએ તો એક ગ્રામ અદ્રાવ્ય તરીકે રહી જાય. પણ જે એ જ પાણીને વધારે ગરમ કરીએ અને ઉષ્ણતા ૬૦ અંશ સી. સુધી લઈ જઈએ તો ફટકડીના ૫૮ ગ્રામનું દ્રાવણ થઈ શકે. એ બતાવે છે કે ઠંડા પાણી કરતાં ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્યતા વધારે છે. પણ એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે દ્રાવ્યતાની પણ હદ હોય છે. જેમ આપણે અમુક ખોરાક લઈ શકીએ છીએ તેમ ૬૦ અંશ સી. પાણીમાં ૩૮ ગ્રામ મીઠાનાં અને ૫૮ ગ્રામ ફટકડીના દ્રાવણ થઈ શકે છે. એનાથી વધારે દ્રાવણ કરવા જઈએ તો અદ્રાવ્ય તરીકે પદાર્થો રહી જાય.

વળી આપણે જાણીએ છીએ કે બધા પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થતું નથી. દાખલા તરીકે ગંધક પાણીમાં નાંખીએ તો ગંધક અદ્રાવ્ય તરીકે ઉપર જ રહે. રેતી પાણીમાં નાંખીએ તો દ્રાવણ થાય. નહીં. કાચનું પાણીમાં દ્રાવણ થાય નહીં, નહીં તો પાણીમાં એને રખાય નહીં. ગંધક, સફુરક, રેતી, પથ્થર, કાચ, સીમેન્ટ, ચુનો, માટી વગેરે પદાર્થો જેનું પાણીમાં દ્રાવણ નથી થતું તેને અદ્રાવ્ય પદાર્થો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે પાણીની દ્રાવણ શક્તિ

તો અપાય છે. ખાઉધરો માણસ ગમે તે ખાય, તેમ પાણી પણ ગમે તેનું દ્રાવણ કંઈક અંશે કરી શકે છે. જેમ ઓસ્ટ્રીય પક્ષી લોખંડ, કાચ, પથ્થર વગેરે પદાર્થો પેટમાં પચાવી શકે છે તેમ પાણી કાચનું પણ કંઈક અંશે દ્રાવણ કરી શકે છે. એક મ્હોટા શીશામાં પાણી ઘણો વખત સુધી ભરી રાખીએ, અને પછી એ પાણીનું પૃથક્કરણ કરીએ તો એમાંથી કાચનાં તત્ત્વો દ્રાવણ થએલાં જણાશે. ચાક સામાન્ય રીતે અદ્રાવ્ય પદાર્થ ગણાય છે, છતાંએ તેનું બહુ જ ઓછે અંશે પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે. પાણીના આ ગુણને લીધે તે સર્વવસ્તુદ્રાવક કહેવાય છે. પાણીના આ ગુણને લીધે આપણને ચોકખું પાણી મળી શકે જ નહીં. ગમે તે પાણીનો નમુનો લો; એમાં વાયુઓ અને ખનીજ પદાર્થોનું દ્રાવણ મળવાનું જ; કારણકે જ્યારથી પાણી આકાશમાંથી પડતું આવે છે ત્યારથી જ દ્રાવણ ક્રિયા શરૂ થાય છે. હવામાં પ્રાણુવાયુ, નત્રવાયુ, દગ્ધાંગારવાયુ, અપાનવાયુ અને કંઈક અંશે સુરાખારનો તેજાળ, (નાઇટ્રીક એસીડ) હોય છે જેનું એ પાણી દ્રાવણ કરે છે. પર્વતો ઉપર પડતાં, પર્વતો ઉપર રહેલા ખનીજ પદાર્થોનું દ્રાવણ કરતું એ પાણી અનેક જગ્યાઓ ઉપર વહે છે. ત્યાં રહેલા ખનીજોનું દ્રાવણ કરે છે. આથી પાણીમાં ક્ષારો જરૂર હોય છે. એ બધા પાણીનું બાળીભવન કરીએ, તો દ્રાવણ થયેલા બધા ક્ષાર પાછાં મળી આવશે.

પાણી ઉપરાંત બીજા પ્રવાહીઓ પદાર્થોનું દ્રાવણ કરે છે. એક કશનળીમાં કાર્બન બાઇસલ્ફાઇડ-ગંધકીત અંગાર-નામનો એક પ્રવાહી લો અને એમાં ગંધક નાંખો અને નળી હલાવો. ગંધકનું દ્રાવણ થઈ જશે. એ દ્રાવણને હવામાં થોડો વખત રહેવાદઈશું તો ગંધકીત અંગાર ઉડી જશે અને ગંધક પાછો મળશે. ઘોળા સ્ફુરક (ફોસ્ફરસ) નું પણ એજ પ્રવાહીમાં દ્રાવણ થાય છે. એ ઉપરાંત આયોડીનનું અથવા નૈલનું મેથીલેટેડ સ્પીરીટમાં દ્રાવણ થાય છે, અને આયોડીન ટીંકચર બનાવે છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે રંગના ડાઘા પડે છે ત્યારે આપણે ધારતેલથી એ કાઢી નાંખીએ છીએ. એનું કારણ એ છે કે ધારતેલમાં રંગનું દ્રાવણ થાય છે. એજ પ્રમાણે ડામરના ડાઘા પેટ્રોલથી કાઢીએ છીએ કારણકે પેટ્રોલમાં ડામરનું દ્રાવણ થાય છે.

પ્રકરણ ૩.

હવા.

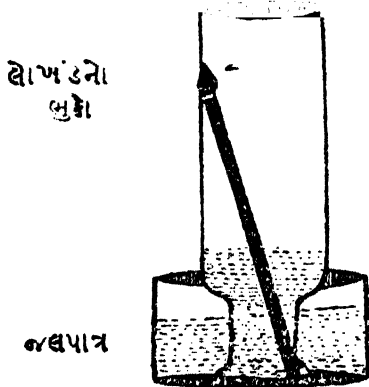
સાધનોની યાદી.

(૧) કાચનું જલપાત્ર (Trough), (૨) મૂષા (crucible), (૩) ઘંટાકાર પાત્ર (Bell jar), (૪) સ્ફુરક અને (૫) દિવાસળી.
શિક્ષકને સૂચના.

(૧) જલપાત્રમાં પાણી ભરી એક લોખંડના કકડા ઉપર મૂષામાં સ્ફુરક મૂકે અને ઉપર ઘંટાકાર વાસણ મૂકે. થોડા વખતમાં સ્ફુરકમાંથી ઘેળો ધૂપ નીકળી પાણી ઉપર ચઢવા માંડશે. ધૂપ શમી જાય પછી પાણી ૧/૫ ચઢે કે તે બતાવે.

(૨) ૪/૫ જે વાયુ રહ્યો તેમાં બળતી દિવાસળી મૂકે. દિવાસળી જાળતારી જાય છે એ બતાવે. એ વાયુ મંદ છે એ સિદ્ધ કરો.

હવે આપણે હવાનું બંધારણ તપાસીએ.



ચિત્ર નં. ૧

(૧) એક પાણીથી ભરેલું જલપાત્ર લો અને તેમાં એક પહોળા મ્હોંડાની શીશી ઉંધી મૂકે. એમાં એક કાચની ધન નળી ઉપર એક કોથળીમાં લોખંડનો બુકો મૂકે.

એક બે દિવસ પછી શું થાય છે તે જુવો ત્તમે જોશો કે લોખંડનો કાટ

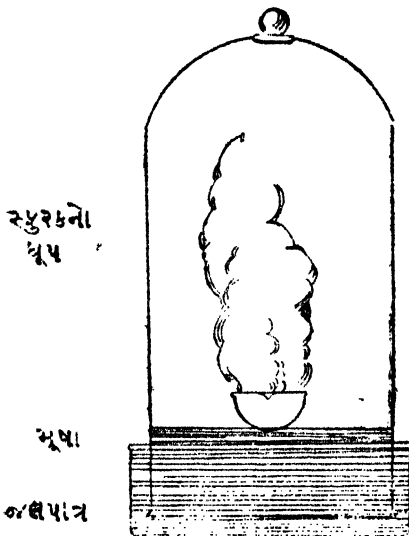
થશે અને પાણી ને ચઢશે. તદ્દમે અનુમાન કરી શકશો કે હવામાંનો
 ને ભાગ લોખંડ સાથે મળી ગયો હોવો જોઈએ. અને એ વાયુ
 બાકી રહેલા ને ભાગના વાયુ કરતાં વધારે જલદ હોવો જોઈએ

શીશીમાં જે હવા હતી તેમાંનો જલદવાયુ પ્રાણવાયુ નામે
 અને મંદવાયુ નત્રવાયુ નામે ઓળખાય છે. પ્રાણવાયુ જલદ હોવાથી
 લોખંડ સાથે મળી જઈ કાટ ઉત્પન્ન કરે છે. એ કાટ ઉત્પન્ન થતાં
 શીશીનો પ્રાણવાયુ બધો વપરાઈ જાય છે એટલે તેની જગ્યા લેવા
 માટે ને પાણી ઉપર ચઢે છે. એનો અર્થ એ કે ૫ ભાગ હવામાં
 ૧ ભાગ પ્રાણવાયુનો છે અને ૪ ભાગ નત્રવાયુનો છે.

એ રહેલા વાયુમાં આપણે બળતી દિવાસળી મૂકીએ તો
 ઓળવાઈ જશે. એ રહી ગયેલા વાયુને નાઈટ્રોજન અથવા
 નત્રવાયુ કહેવામાં આવે છે, જે મંદ છે તે સ્લભજી શકાય છે.

ધંટાકર પાત્ર

(૧) એ જ જલપાત્ર



સ્ફુરક

લઈને એમાં એક પત્થર
 ઉપર ન્હાની મૂષામાં ફોસ્-
 ફોરસ અથવા સ્ફુરક
 મૂકો. સ્ફુરક બળવા માંડશે
 અને અંદર ઘોળો ધૂપ
 માલમ પડશે. જેમ ઘોળો
 ધૂપ ઉત્પન્ન થશે તેમ
 ન્હાની મૂષા ઉપર ચઢશે
 અને બધો ધૂપ શમી ગયા
 પછી તે માલમ પડશે કે
 ૧/૫ પાણી ઉપર ચઢશે.

ચિત્ર નં. ૨

આનું કારણ સરળ છે. સ્ફુરક જલદ હોવાથી પ્રાણવાયુ સાથે
 મળી જઈ દ્વ્યસ્ફુરક (Phosphorus Pentoxide P_2O_5)
 ઉત્પન્ન કરે છે. એ દ્વ્યસ્ફુરક ઉત્પન્ન થવામાં પ્રાણવાયુ વપરાઈ જાય

છે એટલે એ ને પ્રાણવાયુની જગ્યા રોકવા ને પાણી ઉપર ચઢે છે. બાકી રહેલો વાયુ નાઇટ્રોજન અથવા નત્રવાયુ છે જેમાં દિવાસળી બળી શકતી નથી.

આ બે પ્રયોગ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે

પાંચ ભાગ હવામાં,

૪ ભાગ નત્રવાયુ,

૧ ભાગ પ્રાણવાયુ,

અથવા

૧૦૦ ભાગ હવામાં,

૮૦ ભાગ નત્રવાયુ,

૨૦ ભાગ પ્રાણવાયુના છે.

એ ઉપરાંત એ પ્થાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે હવામાં આ બે વાયુ ઉપરાંત બીજા વાયુઓ પણ છે. એક પ્યાલામાં ચુનાનું પાણી લઇ ઘણો વખત એ પ્યાલાને રહેવા દઇએ તો એ પ્યાલાનું ચુનાનું પાણી ઘાળું થશે. એ ખતાવે છે કે હવામાં કોઇ વાયુ છે જે ચુનાના પાણી ઉપર આવી અસર કરે છે. એ વાયુનું નામ કાર્બોનીક એસીડ ગેસ અથવા દગ્ધાંગાર વાયુ છે. પણ એ વાયુનું પ્રમાણ બહુજ ઓછું છે. ૧૦૦ ભાગ હવામાં ૬૦૦ ભાગ આ વાયુનો છે.

એ ઉપરાંત હવામાં પાણીનો ભાગ છે. દાખલા તરીકે મીઠું આપણે બહાર મુકીએ તો થોડા વખતમાં એની આસપાસ પાણીનાં પરપોટાં બાઝી જશે. એક કાચના જામમાં બરફ મુકીશું તો (beaker) આસપાસની હવા ઠંડી પડવાથી હવામાં રહેલી પાણીની વરાળ જામ ઉપર પાણીના રૂપમાં બાઝી જશે. એ ખતાવે છે કે હવામાંનો વાયુ મીઠા ઉપર આવી અસર કરે છે. એ પાણીનું પ્રમાણ બહુ જ ઓછું છે.

આ પ્રમાણે હવામાં પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ, દગ્ધાંગારવાયુ

અને પાણી હોય છે, જેનાં પ્રમાણ નીચે બતાવેલાં ત્રણ કોષ્ટકો ઉપરથી જણાશે.

	૧૦૦૦૦ ધનકુટ હવામાં		
	ધનકુટ	ધનકુટ	ધનકુટ
નત્રવાયુ	૭૮૦૬	૭૮૦૩	૭૮૦૬
પ્રાણવાયુ	૨૧૦૦	૨૦૯૮	૨૧૦૦
દગ્ધાંગારવાયુ	૩	૪	૩
પાણીની વરાળ વગેરે	૯૧	૯૪	૯૪
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	૧૦૦૦૦	૧૦૦૦૦	૧૦૦૦૦

ખુલ્લી હવામાં પ્રાણવાયુ વિશેષ હોય છે. અંધ જગ્યાઓમાં, થીએટરોમાં દગ્ધાંગાર વાયુ વિશેષ હોય છે.

પ્રકરણ ૪.

દહન અને શ્વાસોશ્વાસ.

સાધનોની યાદી.

(૧) વાયુપાત્રો, (gar jar) (૨) મીણબત્તી, (૩) વાયુપાત્ર ઢાંકવાના વર્તુલ કાચ, (૪) કશ નળીઓ, (૫) પોલી નળી અને (૬) ચુનાનું પાણી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) મીણબત્તી ચેતાવી એના ઉપર વાયુપાત્ર ધરે અને નીકળતો દગ્ધાંગારવાયુ ભેગો કરે. વર્તુલ કાચથી એનું મ્હોં ઢાંકી એમાં ચુનાનું પાણી નાંખી, વાયુપાત્ર હટાવે. ચુનાનું પાણી ઘોળું થઈ જાય છે તે બતાવે. મીણબત્તીમાંથી દગ્ધાંગારવાયુ નીકળે છે તે સિદ્ધ કરે.

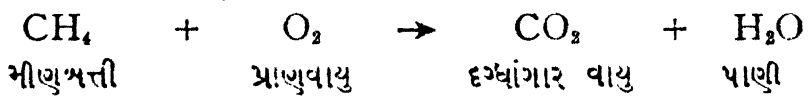
(૨) કશનળીમાં ચુનાનું પાણી લઈ મ્હોળી નળી માર્ફત મ્હોંમાંથી કુકો. ચુનાનું પાણી ઘોળું થઈ જાય છે એ બતાવે. આપણા ફેફસામાંથી દગ્ધાંગારવાયુ નીકળે છે તે સિદ્ધ કરે.

(૩) બળતી મીણબત્તી ઉપર કોરો વર્તુલ કાચ ધરે. ઉપર પાણીનાં ન્હાનાં ટીપા જમે છે તે બતાવે. બળતી મીણબત્તી પાણી ઉત્પન્ન કરે છે તે બતાવે.

આપણે જોઈ ગયા કે મીણુખતી નત્રવાયુમાં ઓળવાઈ જાય છે. એ બરાબર રીતે સિદ્ધ કરવું હોય તો એક ઉંઘા મૂકેલા વાયુ પાત્રમાં મીણુખતી મૂકીને ચેતાવવી. આપણે જોઈશું કે અમુક વખત પછી મીણુખતી ઓલવાઈ જશે કારણ કે બધો પ્રાણુવાયુ ખત્રાસ થઈ જાય છે. એ રીતે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે મીણુખતીની દહનક્રિયા પ્રાણુવાયુ વિના થઈ શકે નહીં.

જો આપણને હવા વિનાના એક એરડામાં પૂરવામાં આવે તો આપણે મરી જઈએ, કારણ કે પ્રાણુવાયુ વિના આપણે જીવી શકીએ નહીં. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે દહનને માટે પ્રાણુવાયુ અનિવાર્ય છે.

હવે એ દહનક્રિયાનું સ્વરૂપ તપાસીએ. મીણુખતીમાં કાર્બન (કોલસાનું તત્ત્વ) અને હાઈડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ સંયુક્ત હોય છે. જ્યારે મીણુખતી બળે છે ત્યારે એ કાર્બન પ્રાણુવાયુ સાથે મળીને દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનિક એસીડ ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે. એ હાઈડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ પ્રાણુવાયુ સાથે મળીને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.



એ જ પ્રકારનું દહન શરીરમાં થયા કરે છે જેટલી ધાતુઓ અને ખીનધાતુઓ દુનિયામાં છે તે—દાખલા તરીકે લોખંડ, ગંધક, સફરક, નત્રવાયુ, તાંબુ વગેરે—આપણા શરીરમાં છે. આપણા શરીરમાં પણ કાર્બન અને આર્દ્રવાયુ છે. જ્યારે આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ ત્યારે હવાનો પ્રાણુવાયુ કાર્બન સાથે મળી જઈ દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનિક એસીડ ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે, એ સિદ્ધ કરવું હોય તો એક કશનળીમાં ચુનાનું પાણી લઈ એક પહોળી નળી માર્શન ટ્રંકે મારવી. થોડા વખતમાં એ ચુનાનું પાણી ઘોળું થઈ જશે. આ પૂરવાર કરે છે કે આપણે ઉછવાસમાં દગ્ધાંગાર વાયુ બહાર કાઢીએ છીએ.

એ ઉપરાંત આપણા શરીરનો આર્દ્રવાયુ પ્રાણવાયુ સાથે મળી જઈ પાણી ઉત્પન્ન કરે છે જે હિદ્દો માર્ફત બહાર નીકળે છે.

આપણા શરીરમાં એક પ્રકારનું દહન ચાલી રહ્યું છે એમ આપણે કહી શકીએ : એ દહનથી દગ્ધાંગાર વાયુ (કાર્બોનીક એસીડ એસ) અને પાણી ઉત્પન્ન થાય છે.

એ દહન એક રસાયન વિકાર છે કારણ કે કાર્બન અને આર્દ્રવાયુમાંથી દગ્ધાંગાર વાયુ અને પાણી એવા બે જૂદા જ પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે જેમ રસાયન વિકારમાં કેટલીક વાર ગરમી અને પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે. મીણબત્તીમાં ગરમી અને પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે, તેમ આપણા શરીરમાં જે ગરમી છે તે આ જ દહનના રસાયન વિકારનું પરિણામ છે.

આ દહનને રસાયણશાસ્ત્રમાં જાળુક્રિયા (Oxidation) કહેવાય છે કારણ કે આ દહનમાં પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ થાય છે અને એ દહનક્રિયામાં પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ પામી જે નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે તેને સંયુક્ત પદાર્થો કહેવામાં આવે છે.

હવાના વાયુઓ.

પ્રકરણ ૫.

પ્રાણવાયુ (ઓકસીજન O_2)

સાધનોની યાદી:—

(૧) એક હિદ્રજનના બુચની કશનળી, (૨) એક વાંકી નળી, (૩) જલપાત્ર, (૪) વાયુ પાત્રો, (૫) મચ્છાક, (૬) હરિણક્રીય પોટાશ, (૭) મંગલમરમ, (૮) મીણબત્તી, (૯) ગંધક, (૧૦) સ્ટુરક, (૧૧) તપાવેલું લોડું, અને (૧૨) પકડવાળું સ્ટેન્ડ.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) કશનળીમાં હરિણક્રીય પોટાશ (પોટાશીયમ ક્લોરેટ) મરમ કરો. એમાં બળતી દિવાસળી ચાંપો; દિવાસળી જ્વલંત બળે છે તે બતાવો.

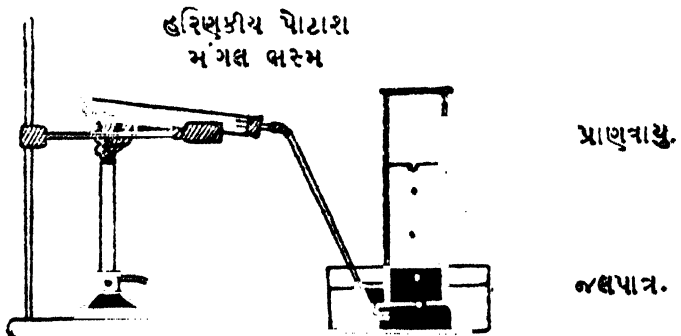
(૨) કશનળીમાં હરિણીકીય પોટાશ અને મંગલસસ્ત્ર (મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ) લઈ ગરમ કરો. જે ચાર વાયુપાત્ર ભરી, એકમાં મીણબત્તી, બીજામાં સ્ફુટક, ત્રીજામાં ગંધક, ચોથામાં તપાવેલી લોહાની સળી મૂકો. બધા જ્વલંત રીતે પ્રકાશે છે તે બતાવો.

(૩) મીણબત્તીમાંથી ઢગ્ધાંગાર વાયુ, સ્ફુટકમાંથી સ્ફુટકસસ્ત્ર, ગંધકમાંથી દગ્ધગંધક અને લોહામાંથી કાટનામે પ્રાણિલ (oxide) ઉત્પન્ન થાય છે તે બતાવો.

આપણે જોઈ ગયા છીએ કે હવામાં પ્રાણવાયુ હોવાને લીધે પદાર્થો બળી શકે છે. એ પ્રાણવાયુ હવે આપણે પ્રયોગશાળામાં કેવી રીતે તૈયાર કરી શકીએ તે જોઈએ.

આપણે જોઈ ગયા છીએ કે કેટલીક ધાતુઓ પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ પામતાં પ્રાણવાયુવાળા નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે, જેને આપણે પ્રાણિલ કહીએ છીએ. હવે જે પ્રાણવાયુ મૂળ તત્ત્વો સાથે મળી ગયો તે છૂટો પાડીએ તો પ્રાણવાયુ પાછો મળી શકે. પણ એ ભૌતિકક્રિયાથી છૂટો પાડી શકાય નહીં કારણ પ્રાણવાયુ સાથેનો સંયોગ રસાયનવિકાર છે. તો ભૌતિકક્રિયાને બદલે વિજળીનો અને ગરમીનો ઉપયોગ કરીને પ્રાણવાયુ છૂટો પાડવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

પાણીમાં ગંધકનાં તેજાનનાં જે ત્રણ ટીપાં નાંખી એમાં વિજળી પસાર કરીએ તો આદ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ છૂટા પડી શકે, પણ આ ક્રિયાથી પ્રાણવાયુ ઓછો મળે અને કૌંમલ વધારે પડે. તો એના કરતાં વધારે સરળ ઉપાય થોડો છે.



દિવો

ચિત્ર નં. ૩

હરિણકીય પોટાશ નામનો એક પદાર્થ છે જેને અંગ્રેજીમાં પોટાશીઅમ ક્લોરેટ (KClO_3 Potassium Chlorate) કહેવામાં આવે છે; એની અંદર પોટાશીઅમ અથવા ભસ્મીય નામની ધાતુ છે; ક્લોરિન અથવા હરિન નામનો વાયુ સંયોજીત થએલો છે; એમાં પ્રાણવાયુ સારા પ્રમાણમાં છે. આ પદાર્થને ગરમી આપીએ તો પ્રાણવાયુ છૂટો પડી જાય અને ભસ્મીય અને હરિનનો સંયોગ ચાલુ રહે. આ હરિણકીય પોટાશમાં મંગલભસ્મ અથવા મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ (MnO_2) ઉમેરવામાં આવે તો પ્રાણવાયુ તરતજ નીકળે. જેમ ગધેડાને મારીએ તેમ જલદ ચાલે તેમ મંગલભસ્મ ક્રિયાને જલદ કર્યા ઉપરાંત બીજું કંઈ કામ કરતું નથી.

એક કશનળી લો અને એમાં હરિણકીય પોટાશ અને મંગલ-ભસ્મ લો. કશનળીમાં એક છિદ્રાવાળો ખૂચ મારી એમાંથી એક પહોળી નળી પસાર કરો અને એનો બીજો અંત પાણીના જલપાત્રમાં મૂકેલા એક વાયુપાત્રમાં દાખલ કરો.

પછી ધીમે ધીમે કશનળીને ગરમી આપો. થોડા વખતમાં હરિણકીય પોટાશમાંથી વાયુના પરપોટા વાયુપાત્રમાં ચઢતાં માલમ પડશે. એવા ચારપાંચ વાયુપાત્ર ભરો અને દિવો ખસેડતાં પહેલાં રત્નરત્ની નળી કાઢી નાંખો. પછી એક વાયુપાત્રમાં બળતી દિવાસળી મૂકો. તમે જોશો કે એ દિવાસળીનો પ્રકાશ ધણો જ જલવંત રહેશે. એનું કારણ ત્હમે સમજી શકો છો. હવાનાં ફે ભાગમાં ન્યારે મીથેનથી બળે એના કરતાં બધો જ પ્રાણવાયુ હોય તો સારી રીતે બળી શકે. એજ પ્રમાણે ગંધક કે સ્ફુરક કે તપાવેલા લોખંડના તાર પ્રાણવાયુમાં મૂકશો તો માલમ પડશે કે બધા ઉજ્જવળ રીતે પ્રકાશે છે સ્ફુરક પ્રાયવાયુ સાથે સંયોગ પામી સ્ફુરકભસ્મ (ફોસ્ફોરસ પેન્ટોક્સાઈડ Phosphorus Pentoxide) ઉત્પન્ન કરે છે; ગંધક દ્વગંધક (Sulphur Dioxide સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ) ઉત્પન્ન કરે છે; લોખંડ કાટ Iron Oxide ઉત્પન્ન કરે છે.

સ્ફુરકભસ્મ, દગ્ધગંધક અને કાટ જે પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ પામીને ઉત્પન્ન થાય છે તેને પ્રાણિક્ષ પદાર્થો કહેવામાં આવે છે.

પ્રાણવાયુ ઘણા કામમાં આવે છે. ટાઇફોઇડના લાંબા વખત ચાલતા તાવને લીધે ફેફસાં નબળાં પડી જાય છે અને લોહીમાં ઘણા વિકાર થાય છે ત્યારે શુદ્ધ પ્રાણવાયુની જરૂર રહે છે. તે વખતે પ્રાણવાયુ આપવામાં આવે છે. એ ઉપરાંત કોઇ રૂંધાઇ ગયો હોય તેને પણ શુદ્ધ પ્રાણવાયુ આપવામાં આવે છે. પાણીમાં કુખી જતા માણસને બહાર કાઢવામાં આવે છે ત્યારે ગુંગળાઇ ગયેલો હોય છે એ વખતે પણ પ્રાણવાયુ આપવાથી અસલ સ્થિતિ પ્રાપ્ત થાય છે.

પ્રકરણ ૬.

નત્રવાયુ (Nitrogen N_2).

સાધનોની યાદી:—

(૧) જલપાત્ર, (૨) વાયુપાત્ર, (૩) મીણુળત્તી, (૪) સ્ફુરક, (૫) મૂકા.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) જલપાત્રમાં પાણી ભરી એક મૂકામાં ઘોળો સ્ફુરક મૂકો.

(૨) સ્ફુરક બળવા માંડે અને ઘોળો ધ્રૂપ થવા માંડે એટલે વાયુપાત્ર એના ઉપર મૂકો.

(૩) જેમ સ્ફુરકભસ્મનો ધ્રૂપ થતો જાય છે તેમ મૂકા ઉપર ચઢે છે તે બતાવો.

(૪) સ્ફુરકભસ્મનો ધ્રૂપ શમી ગયા પછી મૂકા વાયુપાત્રમાં ૧/૫ ચઢે છે તે બતાવો.

(૫) બાકી રહેલા ૪/૫ માં બળતી મીણુળત્તી મૂકો. મીણુળત્તી આલવાઇ જાય છે એ બતાવો.

(૬) નત્રવાયુમાં દહનની ક્રિયા થતી નથી એ સિદ્ધ કરો.

આપણે જોઇ ગયા કે નત્રવાયુ બહુ જ મંદ છે. એથી બીજા પદાર્થો સાથે એનો સંયોગ થતો નથી. એ કારણને અંગે પ્રાણવાયુ માફક બીજા પદાર્થોમાંથી મળી શકતો નથી. એટલે આપણે હવામાંથી મેળવવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

આપણે જોઈ ગયા કે સ્ફુરકે જ્યારે આપણે એક ઢિંધા વાયુ પાત્રમાં બાળીએ ત્યારે સ્ફુરકભરમ ધૂપરૂપે ઉત્પન્ન થાય છે અને પાણી ઉપર ચઢે છે. એ સ્ફુરકભરમનું જ્યારે પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે ત્યારે જે ફેં ભાગ ખાલી રહે છે તેમાં નત્રવાયુ હોય છે.

આ વાયુ બહુ જ મંદ છે. પણ એની અગત્યતા ઓછી નથી. જેમ દવામાં પાણી ન નાંખીએ તો દવા બહુ જલદ હોવાથી પી શકાય નહીં તેમ હવામાં બધો જ પ્રાણુવાયુ હોય તો આપણાથી શ્વાસ લઈ શકાય નહીં. એથી નત્રવાયુ પ્રાણુવાયુને મંદ બનાવે છે. આ નત્રવાયુ ઉપર તો આખી વનસ્પતિસૃષ્ટિનો આધાર છે. ઝાડ પાન, ફળપુલ, શાકભાજી, અનાજ અને ખાસ કરીને કડોળમાં નત્રવાયુ સંયુક્તરૂપે પુષ્કળ હોય છે.

પ્રકરણ ૭.

અપાનવાયુ; એમોનીઆ (AmmoniaNH_3)

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) એક હિદ્રના બુચવાળો લોટો, (૨) પોળી નળી, (૩) વાયુપાત્ર, (૪) નીલો અને લાલ લીટમસના કાગળો, (૫) મીઠાનો તેજબ, (૬) કાંઠા, (૭) નવસાર, (૮) કળીચૂનો અથવા ફાલક સોડા (ફાસ્ટીક સોડા) વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) એક (flask)માં કળીચૂનો લઈ તેમાં થોડું પાણી નાંખો. પછી એમાં નવસાર નાંખો અને એમાંથી નીકળતો વાયુ વિદ્યાર્થિને સુંઘાડો.

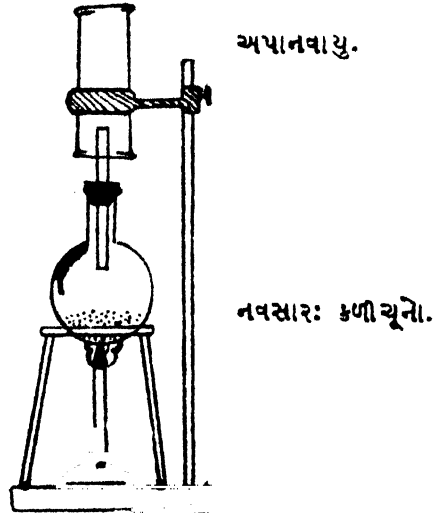
(૨) નીકળતા વાયુમાં લાલ લીટમસ મૂકો. લાલ લીટમસ નીલો થઈ જશે એ બતાવે.

(૩) નીકળતા વાયુમાં મીઠાના તેજબનું એક ટીપું નળીથી ધરી રાખો. નવસારનો ઘોળો ધૂપ ઉત્પન્ન થશે એ બતાવે.

(૪) નીકળતા વાયુને કશનળીના પાણીમાં પસાર કરો અને લાલ લીટમસ પાણીમાં મૂકો. લાલ લીટમસ નીલો થાય છે એટલે અપાનવાયુનું પાણીમાં દ્રાવણ તરત જ થાય છે તે સિદ્ધ કરો.

ન્યાં ન્યાં વનસ્પતિ કોહે છે ત્યાં ત્યાં અપાનવાયુ જોવામાં આવે છે. આપણા પેટમાં અપચાને અંગે આ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. જે જગ્યાઓ ઉપર ગાય, બેંસ, ઘોડા અને ગેટની લાદ જોવામાં આવે છે ત્યાં જે વાસ આવે છે તે આ વાયુની હોય છે. અને તે આજ રીતે શોધી કાઢવામાં આવ્યો હતો. ઇજીપ્તના એક વૈજ્ઞાનિકને ગેટની હાર પાછળ ચાલતાં ગેટની લાદોમાં કંઈ વાસ જણાઈ. પૃથક્કરણ કરતાં એણે આ વાયુ-અપાનવાયુ-લાદમાંથી શોધી કાઢ્યો. જાજરમાંથી કેટલીકવાર જે ઉગ્ર વાસ આવે છે તે આ વાયુની છે.

કાંદા સમારતાં આંખમાં જે ઝળઝળાયાં આવે છે તે આ વાયુની અસર છે. આ વાયુ કાંદામાં, અને હરણના શીંગડામાં ધણા પ્રમાણમાં હોય છે.



ચિત્ર નં. ૪.

અપાનવાયુ બનાવવાનું કામ બહુ સરલ છે. નવસાર એ અપાનવાયુ અને મીઠાના તેજબનો સંયુક્ત પદાર્થ છે.

નવસારમાંથી અપાનવાયુ છૂટા કરવો હોય તો મીઠાના તેજ્ય સાથે સંયોગ કરવા માટે કોઈ અદકલીનો ઉપયોગ થવો જોઈએ. તે માટે એક લોટામાં નવસાર ભેવો અને એમાં કળીચૂનો નાંખવો કળીચૂનો અદકલી હોય લવણના તેજ્ય સાથે સંયોગ થવાથી અપાનવાયુને છૂટા પાડે છે એટલે અપાનવાયુ અંદરથી નીકળે છે.

નીકળતા વાયુની વાસ બહુજ ઉગ્ર હોય છે. એ વાયુમાં લાલ લીટમસ ધરો તો નીલો થશે, જે પૂરવાર કરે છે કે અપાનવાયુ અદકલી છે. એ અપાનવાયુને કશનળીનાં પાણીમાં પસાર કરો; અને અંદર લાલ લીટમસ મૂકો; લાલ લીટમસ નીલો થાય છે જે બતાવે છે કે અપાનવાયુનું પાણીમાં તરતજ દ્રાવણ થઈ જાય છે. અપાનવાયુનું દ્રાવણ એટલું બધું થાય છે કે ૧ ધનકુટ પાણીમાં ૧૨૯૮ ધનકુટ અપાનવાયુનું દ્રાવણ થાય.

લવણના તેજ્યનું એક ટીપું એક નળી ઉપર ધરો. અપાનવાયુ લવણના તેજ્ય સાથે મળી જઈ નવસારનો ધોળો ધૂપ ઉત્પન્ન કરશે. નવસારનો ગુણજ એવો છે કે ગરમી લાગવાથી તેનો તરત ધૂપ થાય છે. આપણે જોઈએ છીએ કે ત્યારે કંસારા કલાઈ ચઢાવે છે ત્યારે નવસારનો ધૂપ થાય છે. નવસારનો આ ખાસ ગુણ છે કે ગરમી લાગવાથી તે ઓગળતો નથી પણ તેનો તરતજ ધૂપ થઈ જાય છે. એટલે તેને ફક્ત બેજ અવસ્થા છે, ધન અને ધૂપક. સામાન્ય પદાર્થોને ત્રણ અવસ્થા હોય છે. ધન, પ્રવાહી, અને ધૂપક.

અપાનવાયુ ખાસ કરીને માથું દુઃખતું હોય ત્યારે સુંઘાડવા કામ આવે છે. એ ઉપરાંત તાણ આવતી હોય છે ત્યારે કાંદો નાક આગળ ધરવાનું પ્રયોજન એ છે કે એમાંથી નીકળતો અપાનવાયુ તાણ ઉતારી નાંખે છે. અપાનવાયુથી સજેખમ પણ મટી જાય છે.

પ્રકરણ ૮.

પાણી (Water H_2O)

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) વોલ્ટમાપક યંત્ર (voltmeter), (૨) પુટાવલિઓ (બેટરી) અને તાર, (૩) ગંધકનો મંદ તેલબ, (૪) દિવાસળી, (૫) જસત, (૬) લોટા, (૭) વાંકી નળી, (૮) પોળી નળી વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) વોલ્ટમાપક યંત્ર લઈ એમાં પાણી ભરો અને પુટાવલિ સાથે સંબંધ જોડો. પાણીમાં વિજળી પસાર થતી નથી એ બતાવો. એમાં ગંધકના તેલબના બે ત્રણ ટીપાં નાંખો. તરત જ બે વાયુ પાણીમાંથી નીકળે છે તે બતાવો. એ બે વાયુનું પ્રમાણ ૧ : ૨ છે એ બતાવો.

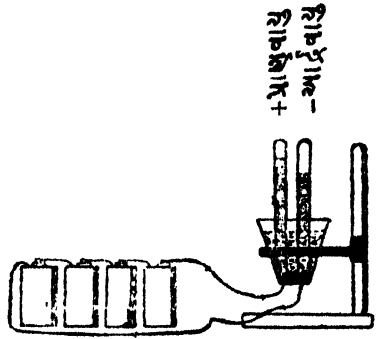
(૨) એ બે વાયુમાંના એકમાં બળતી દિવાસળી જલદ રીતે બળે છે, અને બીજામાં ધડાકો થાય છે તે બતાવો. ૧ પ્રમાણવાળો પ્રાણવાયુ અને ૨ પ્રમાણવાળો આર્દ્રવાયુ છે એ બતાવો.

(૩) એક લોટામાં જસત અને ગંધકના તેલબની મદદથી આર્દ્રવાયુ ઉત્પન્ન કરી તેને ન્હાની પોળી નળી માર્ફત પસાર કરો અને દિવાસળી ચાંપો. આર્દ્રવાયુ પીળા પ્રકાશથી બળે છે અને એની ઉપર ન્હાની પોળી નળી ધરી હોય તો તેમાં પાણીનાં ટીપાં થશે એ બતાવો. પાણી આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુનો સંયોગ છે તે બતાવો.

હવાની અંદર ભેજ હોય છે એ આપણે જાણીએ છીએ. પૃથ્વીના ડુંભાગ ઉપર પાણી રહે છે: આપણા શરીરમાં પાણીનું તત્ત્વ વિશેષ છે: આપણા ખોરાકમાં પાણીનું તત્ત્વ વિશેષ છે.

એ પાણીમાં કેટલાં તત્ત્વો સમાયેલાં છે તેનો આપણે વિચાર કરીએ.

સને ૧૮૦૭ સુધી તો એમજ મનાતું કે પાણીમાં એકજ તત્ત્વ છે. પણ સર હંદ્રી ડેવી નામના એક વિજ્ઞાનિકે નવી શોધ કરી.



પુટાવલિ. વોલ્ટ માપક યંત્ર.

ચિત્ર નં. ૫.

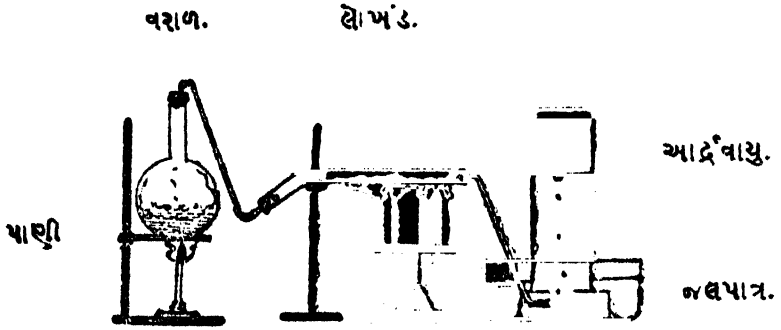
તેણે શંકુ આકારનું વોલ્ટમાપક નામે યંત્ર લીધું. એની અંદર પ્લેટીનમ નામની એક ધાતુના બે તાર લાખની મદદથી મૂક્યા અને એમાં પાણી ભર્યું. પછી એની અંદર બે કશનળી પાણી ભરીને ઉંધી મૂકી, અને એ યંત્રની સાથે બેત્રણ પુટાવલિ જોડી દીધી.

પણ એ પાણીમાં કંઈ અસર જણાઈ નહીં. એને એમ લાગ્યું કે પાણીમાંથી વિજળી પસાર નથી થતી એટલે એણે અંદર એક બે ટીપાં ગંધકના તેજાખનાં નાંખ્યાં એટલે અસર તરતજ જણાઈ. પેલા બે તાર આગળથી બે પ્રકારના પરપોટા નીકળવા માંડ્યા. એક કશનળીમાં બહુજ જલ્દીથી વાયુ આવવા માંડ્યો જ્યારે બીજી કશનળીમાં ધીમે ધીમે આવવા માંડ્યો. થોડા વખત પછી એને માલ પડ્યું કે થોડા પ્રમાણવાળા વાયુમાં દિવાસળી ઝબકી, ત્યારે વધારે પ્રમાણવાળા વાયુમાં ન્હાનો અવાજ થયો.

આથી એણે સિદ્ધ કર્યું કે પહેલો વાયુ પ્રાણવાયુ છે અને

બીજે આર્દ્રવાયુ છે જેના ૧:૨ પ્રમાણ તેની H_2O સંગ્રાથી મળી આવે છે. H_2 એટલે હાઇડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ, O એટલે ઓક્સીજન અથવા પ્રાણવાયુ.

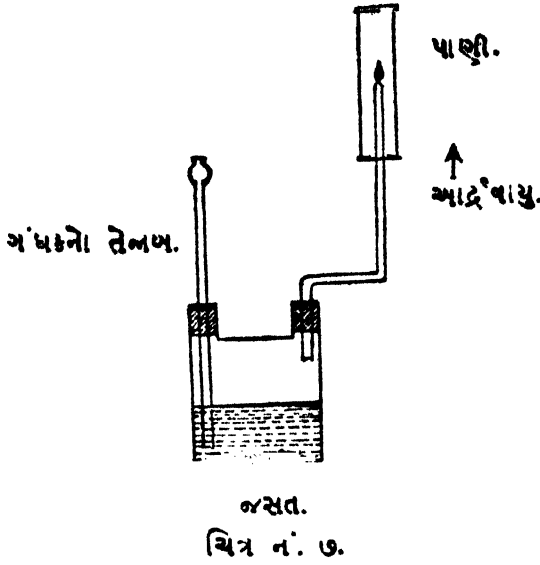
પાણીની રચના આપણે બીજી રીતે તપાસીએ:



ચિત્ર નં. ૬.

એક વાસણમાં પાણી ઉકાળીએ અને એ વરાળ એક નળી જેમાં તપાવેલું લોખંડ છે તેમાંથી પસાર થવા દઈએ. એ નળીમાંથી એક ન્હાની નળી પસાર કરીએ અને એ ન્હાની નળી મ્હોટા પાણીના વાસણમાં ઊંધી રીતે મૂકાયેલા વાયુપાત્રમાં રબરની નળીથી પસાર કરીએ.

વરાળમાં પ્રાણવાયુ અને આર્દ્રવાયુ છે; પ્રાણવાયુ જલદ છે એટલે ઘણા પદાર્થો સાથે મળી જાય છે; જેથી એ પ્રાણવાયુ લોખંડ સાથે મળી જઈને લોહચુંબક (Magnetic Oxide of Iron Fe_3O_4) ઉત્પન્ન કરશે અને આર્દ્રવાયુ છૂટો થઈ વાયુપાત્રમાં આવશે. એ આર્દ્રવાયુમાં દિવાસળી ચાંપીએ તો મ્હોટા ધડાકો થાય જે આર્દ્રવાયુનો પુરાવો છે.



પ્રાણીનું અંધારણ આપણે ત્રીજી રીતે તપાસીએ.

એક લોટામાં જસત લઈએ. એ લોટામાં બે નળી મૂકીએ: એક નળી માર્કેત ગંધકનો તેલબ નાંખી શકાય અને બીજી નળી માર્કેત જે વાયુ ઉત્પન્ન થાય તે બહાર જઈ શકે. આ નળી સાથે એક બીજી ન્હાના મ્હોડાવાળી નળી રખરની નળીથી જોડો.

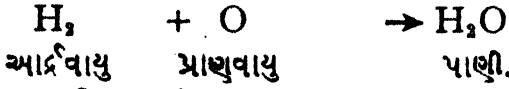
ગંધકનો તેલબ નાંખો. ગંધકના તેલબમાં આર્દ્ર-વાયુ, ગંધક, અને પ્રાણુવાયુનાં તત્વો છે જે H_2SO_4 સંચા-માંથી જણાઈ આવશે. જસતને અંગ્રેજીમાં ઝીંક Zinc કહે છે.

$$H_2 \quad \underline{SO_4 + Zn} \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

ગંધકનો તેલબ જસત જસતગંધકીત આર્દ્રવાયુ
ગંધકના તેલબમાં SO_4 છે તેની સાથે જસત જોડાય છે અને આર્દ્રવાયુને મુક્ત કરે છે.

હવે એ આર્દ્રવાયુમાં આપણે દિવાસળી ચાંપીએ તો એ બહુજ શીક્ષા પીળા પ્રકાશથી બળશે અને એની આસપાસ જે

વાયુપાત્ર ધરીએ તો પાણીના પરપોટા થયેલા નેપથું. કારણ એ છે કે જ્યારે આર્દ્રવાયુ હવામાં બળે છે ત્યારે પ્રાણવાયુનું જે તત્ત્વ હવામાં છે તેની સાથે એનો સંયોગ થાય છે.



પાણી આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુના સંયોગથી બનેલું છે તે આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે.

પ્રકરણ ૯.

કાર્બન (કોલસો) (Carbon C) અને તેના પ્રકાર.
જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) કાર્બનના અનેક પ્રકાર જેવાં કે એક્રીઈટ (ચિત્રક), કોક અને ગેસ કાર્બન (અર્ધદૃઢ કોલસો), કાળજી, પ્રાણીજ અંગાર (એનીમલ ચારકોલ), અને કોલસો, (૨) મૂષા, (૩) લાકડાંનો ઓઢેર, (૪) રેતી, (૫) ખાંડ, (૬) ઘઉં, (૭) ચોખ્ખા, (૮) કાગળ, (૯) રૂ, (૧૦) ગંધકનો તેજબ, (૧૧) કરાનળીઓ, (૧૨) ગાળવાનો કાગળ, (૧૩) કરાનળીની પકડ, (૧૪) બકપાત્ર (retort), અને (૧૫) પ્લોળા મ્હોંની બે છિદ્રના છુચવાળી કાચની શીશી. શિક્ષકને સૂચના.

(૧) કરાનળીઓમાં ચોખ્ખા, ઘઉં, રૂ, કાગળ, ખાંડ, લાકડાંનો ઓઢેર વગેરે પદાર્થો લો અને ગંધકનો તેજબ નાંખો. એ પદાર્થોમાંથી પાણીનું તત્ત્વ નીકળી જાય છે અને અંતે કાર્બન જ રહે છે તે બતાવો.

(૨) કાર્બનના અનેક પ્રકારો એક્રીઈટ, કોક, ગેસકાર્બન, કાળજી, પ્રાણીજ અંગાર બતાવો. એક્રીઈટથી લખી શકાય છે, કોક છિદ્રવાળો અને હલકો છે તે બતાવો. પ્રાણીજઅંગાર લઈને રંગીન પાણીમાં નાંખો અને એક કરાનળીમાં એ પાણીને છાકો. પાણીને ગાળી નાંખો અને રંગ જતો રહે છે તે સિદ્ધ કરો.

(૩) એક મૂષામાં લાકડાંનો ઓઢેર લો અને તેની ઉપર રેતીનું ઢાંકણ કરો અને પછી ગરમી આપો. મૂષામાંથી ધૂમાડો નીકળે છે તે બતાવો. ફેશક મીનીટ આમ ગરમી આપ્યા પછી આ લાકડાંના ઓઢેરને બહાર કાઢો.

તે કાલસા જેવો કાળો પડી ગયેલો માલમ પડશે લાકડાંને થોડી જ હવામાં બાળીએ તો કાલસા રહે છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) ખાણનો કાલસો બકપાત્રમાં (retort) માં ઉન્હો કરો. બકપાત્ર-માંથી નીકળતો વાયુ પાણીની શીશીમાંથી પસાર કરો. એ પાણીમાં ડામર આવતો બતાવો. શીશીમાંથી પસાર થતા વાયુને દિવાલની ચાંપો. એ બળવા માંડશે. એ કાલગેસ કાલસાનો વાયુ છે તે સિદ્ધ કરો. બકપાત્ર ઠંડું પડેથી અંદરથી અધઃદગ્ધ કાલસાના નમુના બતાવો.

હવામાંનો ત્રીજો વાયુ કાર્બોનીક એસીડ ગેસ અથવા હઝ્યાંગાર વાયુ છે. પણ એ વાયુનો અભ્યાસ કરતાં પહેલાં કાર્બન અથવા અંગાર કદ અને શું વસ્તુ છે તેનો અભ્યાસ કરીએ.

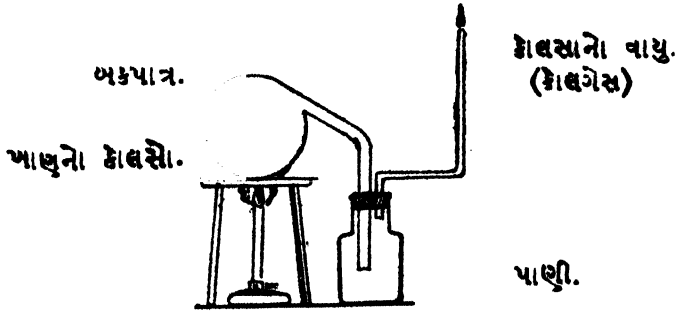
દુનિયામાં એવી એક પણ જગ્યા નહિ હોય કે ન્યાં કોયલાનું તત્ત્વ કાર્બન જેવામાં ન આવે. એ પણ પ્રાણુવાયુ જેવો જ જલદ છે એટલે સંયુક્ત રૂપમાં જ બધે જેવામાં આવે છે. લાકડા, ઝાડપાન ફળપુલ, વનસ્પતિ, કાગળ, રૂ, ખાંડ, ચોખા, ઘઉં, શાકભાજી, અનાજ, દરેકમાં કાર્બન હોય છે. આપણા શરીરમાં કાર્બન છે પણ એની ખાત્રી કેવી રીતે કરવી? થોડી કશનળીઓમાં ખાંડ, ચોખા, ઘઉં, લાકડાનો વહેર, ફુલ, વગેરે લો એમાં ગંધકનો તેજાખ નાંખો. તેજાખથી એ પદાર્થોમાં રહેલું પાણી વરાળ થઇ જશે અને એ પદાર્થો કાળા પડી જશે. એ કાળો ભાગ તે કાર્બન. ગંધકનો તેજાખ નોટ ઉપર પડે તો નોટનો પેપર કાર્બનને લીધે કાળો પડી જાય; કાપડ ઉપર પડે તો કાપડ ફાટી જાય અને રૂ કાળું થઇ જાય. ગંધકનો તેજાખ પદાર્થોમાં કાર્બનની સ્થિતિ સિદ્ધ કરે છે. આ તો સંયોજિત કાર્બનની વાત થઇ. હવે આપણે જે કાર્બન અસંયુક્ત રીતે પૃથ્વીમાંથી મળી આવે છે તે તપાસીએ.

કાર્બન અનેક રીતે મળી આવે છે. તમે જાણીને અચંબો પામશો કે ચકચકતો હીરો શુદ્ધ કાર્બન છે, મોંસાં નામના ફ્રેન્ચ વિજ્ઞાનિકે હીરો શુદ્ધ કાર્બન છે તે સિદ્ધ કર્યું. એણે વીજળીની ભઠ્ઠી Electrical Furnace માં લોખંડ સખ્ત

તપાવીને શુદ્ધ કાર્બનનું એમાં દ્રાવણ કર્યું. ઉકળતાં પાણીની ઉષ્ણતા ૧૦૦° અંશ સી. હોય છે ત્યારે લોખંડની ઉષ્ણતા ૪૦૦૦° અંશ સી. હતી. પછી એ મિશ્રણને ઠંડા પાણીમાં નાખ્યું તો ન્હાના હીરાની કણો મળી આવી, જેનો પ્રકાશ અસલ હીરા જેટલો જ હતો, જોકે કુદરતી હીરા માપમાં મ્હોટા હોય છે. હીરાને બાળવામાં આવે તો દગ્ધાંગાર વાયુ ઉત્પન્ન થઈ શકે, એ ઉપરથી હીરા કાર્બન છે એમ સિદ્ધ થઈ શકે છે.

(૨) બીજા પ્રકારનો કાર્બન ટ્રેફાઇટ **Graphite** અથવા ચિત્રક નામે છે. એનાથી લીટી દોરી શકાય માટે ચિત્રક કહેવામાં આવે છે. ચિત્રક કાર્બનનો પ્રકાર હોવા છતાં એના અને હીરાના ગુણોમાં ઘણો ફેર હોય છે. હીરા કઠણ હોય છે જ્યારે ચિત્રક નરમ હોય છે. પેન્સીલમાં જે કાળો ભાગ હોય છે તે ચિત્રક છે એટલે ચિત્રકથી લખી શકાય છે. ચિત્રક રંગે કાળો છે. હીરામાંથી પ્રકાશનું સુંદર રીતે પરિવર્તન અને વક્રીભવન થાય છે ત્યારે ચિત્રકમાં એમ થતું નથી.

(૩) ત્રીજા અને ચોથા પ્રકારના કાર્બનને કોક **Coke** અને ગેસ કાર્બન **Gas Carbon** કહેવામાં આવે છે. ગુજરાતીમાં તેમને અર્ધદગ્ધ કોલસો કહેવામાં આવે છે. તે નીચે પ્રમાણે ઉત્પન્ન કરી શકાય. બકપાત્ર (retort) નામની એક વાંકી નળીમાં ખાણનો કોલસો લો અને તેના નાળચામાંથી એક પોલી નળી મૂકીને તે બે છિદ્રવાળા ઘુચવાળા પાણી ભરેલી શીશીમાં પસાર કરો. બકપાત્ર ગરમ કરો. થોડા વખતમાં ત્હમને માલમ પડશે કે બકપાત્રમાંથી એક વાયુ પાણીમાં પસાર થઈ બીજી નળી માર્ફત બહાર આવશે. એ વાયુને દિવાસળી ચાંપશે તો માલમ પડશે કે એ વાયુ બળવા માંડશે. વળી શીશીનું પાણી ખીણું થવા માંડશે અને એની અંદર કાળો પ્રવાહી જણાશે જેનો આપણે પાછળથી અભ્યાસ કરીશું.



ચિત્ર નં. ૮. ડામર,
અપાન વાયુ
ગંધક વગેરે.

બકપાત્ર ઠંડુ પડેથી આપણે અંદરના ફાલસા તપાસીશું તો અંદરનો ફાલસો વાયુ જતો રહેવાથી હલકો અને છિદ્રવાળો લાગશે. એને આપણે કોક **Coke** અથવા અર્ધદગ્ધ ફાલસો કહીએ છીએ. વાયુથી મિશ્રિત થએલો ફાલસો તે ખાણનો ફાલસો; વાયુ વગરનો ચોકખો ફાલસો તે કોક જે બળતણ તરીકે કામ લાગે છે.

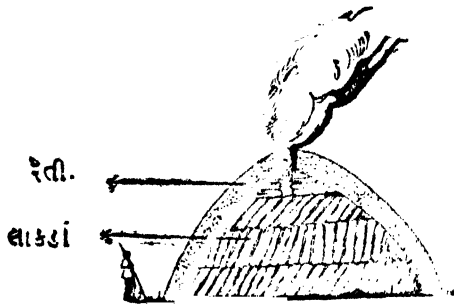
એ ઉપરાંત એ બકપાત્રમાં બીજા પ્રકારનો કાર્બન જેવામાં આવશે જેને આપણે ગેસકાર્બન અથવા અર્ધદગ્ધ ફાલસો કહીશું. એ ગેસકાર્બન પુટાવલિ અથવા બેટરીમાં વપરાય છે. ન્હાની બેટરી બગડી જાય ત્યારે, એની આસપાસનું જસતનું પતર કાઢી નાંખશો તો અંદરથી કાળો નળાકાર મળશે જે ગેસકાર્બનનો બનેલો હોય છે. ગેસકાર્બન પુટાવલિ બનાવવામાં અને વીજળીની ભટ્ટી બનાવવામાં બહુ કામ લાગે છે.

(૫) પાંચમા પ્રકારનો કાર્બન તે કાજળ જે આપણે દિવેલની વાટીને ઉપર ન્હાનું વાસણ ધરીને બાળીએ છીએ ત્યારે મળે છે, અને એ બાળકોની આંખ આંજવામાં બહુ કામ લાગે છે.

(૬) છઠ્ઠા પ્રકારનો કાર્બન તે પ્રાણીજ અંગાર અથવા એનીમલ ચાર્કોલમાં છે. એ આપણને પ્રાણીઓના હાડકામાંથી

મળી આવે છે એટલે પ્રાણીજઅંગાર કહેવાય છે. જો આપણે હાડકાંને બકપાત્રમાં ગરમ કરીએ તો બકપાત્રમાં જે કાર્બન રહેશે તે પ્રાણીજઅંગાર. એ પ્રાણીજઅંગારનો એક મહાન ગુણ એ છે કે રંગીન પ્રવાહીઓ સાથે એને ઉકાળીએ તો એ પ્રવાહીઓના રંગ લઈ લે છે. આ પ્રયોગ કરવા માટે કશનળીમાં પાણી લઈ, પોટાશ પરમેન્ગેનેટનું એક કણ નાંખો. પછી એની અંદર પ્રાણીજ અંગાર નાંખો અને એને ગરમ કરો. પાણી ઉકળે એટલે ગાળવાના કાગળ માર્ફત એને બીજી કશનળીમાં ગાળી નાંખો. બીજી નળીમાં ચોક્રુ પાણી આવશે. આ ગુણને લીધે આ પદાર્થ ખાંડ ઘોવામાં કામ લાગે છે. શેરડીનો રસ ઉકાળતાં એ રસમાં કાર્બન હોવાથી કાળો પડી જાય છે એટલે પ્રાણીજઅંગારનું મિશ્રણ કરવામાં આવે છે, જેથી એ કાળો રંગ જતો રહે છે. પ્રાણીજઅંગાર હાડકામાંથી બનતો હોવાથી સામાન્ય ભૂખ ભરેલી માન્યતા એવી છે કે ખાંડ હાડકામાંથી બનાવવામાં આવે છે.

ધૂમાડો.



ચિત્ર નં. ૬.

(૭) સાતમા પ્રકારનો કાર્બન તે કોલસો છે. આપણે જાણીએ છીએ કે લાકડાંને ખુદી હવામાં બળીએ તો દુધાંગાર-વાયુ થઇને રાખ રહે. પણ જો આપણે ખુદી હવામાં બાળવાને બદલે લાકડાના ઉપર રેતીનું ઢાંકણ કરીએ તો અંદરથી ધૂમાડો

નીકળે, અમિ ધુંધવાય, અને લાકડામાંથી કોલસા મળે. લાકડાં-માંથી કોલસા આ રીતે બને છે. એક લાકડાનો ઢગ જમીન ઉપર ખોદેલા ખાડા ઉપર કરવામાં આવે છે. એ લાકડાના ઢગ ઉપર રેતી પાથરી દેવામાં આવે છે અને ધુમાડો જવા માટે વચ્ચે ચીમની રાખવામાં આવે છે. બ્યારે ખાડામાં અમિ પ્રકટાવવામાં આવે છે ત્યારે લાકડાં ધીમે ધીમે બળે છે, અમિ ધુંધવાય છે અને ધુમાડો ચીમનીમાંથી બહાર જાય છે. થોડા વખત પછી આ લાકડામાંથી કોલસા તૈયાર થશે.

પ્રકરણ ૧૦

કોલસો અને કોલસાનો વાયુ (કોલગેસ).

સાધનોની યાદી.

(૧) બકપાત્ર, (૨) પ્લોળા મ્હોંની બે હિદ્રના બુચવાળી શીશી, (૩) ચોલી નળીઓ અને (૪) મર્ક્યુરી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) ખાણનો કોલસો બકપાત્ર (retort) માં ઉન્હો કરો. (૨) બકપાત્રમાંથી નીકળતો વાયુ પાણીની શીશીમાંથી પસાર કરો. (૩) એ શીશીમાં ડામર આવતો બતાવો. (૪) શીશીમાંથી પસાર થતા વાયુને દિવાસળી ચાંપો. (૫) વાયુ બળવા માંડશે. એ બળતો વાયુ કોલસાનો વાયુ અથવા કોલગેસ છે એ સિદ્ધ કરો.

આપણે જોઈ ગયા (પાનું ૨૭) કે બકપાત્રમાંથી પસાર થતા વાયુને પાણીમાં પસાર કરીને ન્હાની નળી માર્કેટ બાળવામાં આવે તો તે બળે છે. જે વાયુ બળે છે તેને કોલસાનો વાયુ અથવા કોલગેસ કહે છે કારણકે તે વાયુ કોલસામાંથી તૈયાર થાય છે. આ વાયુનો મ્હોટા શહેરોમાં ઉપયોગ ઘણો જ છે. સઘડીને બદલે એ વાયુની મદદથી રસોઈ જલદી તૈયાર થઈ શકે કારણકે એમાં ગરમી

ધણી જ હોય છે. એ જ વાયુથી દીવો પણ થઈ શકે જેનો પ્રકાશ વિજળીના દીવો જેવો હોય છે.

આપણે એ પણ જોઈ ગયા કે જે પાણીની શીશીમાં એ વાયુ પસાર કરવામાં આવે છે તેમાં એક કાળો પ્રવાહી પદાર્થ જેવામાં આવે છે અને પાણી પીળા રંગનું થાય છે. આ કાળો પ્રવાહી પદાર્થ તે ડામર છે અને એ શીશીમાં અપાનવાયુ અથવા એમોનીઆ વાયુનું દ્રાવણ થાય છે અને ગંધકના એક સંયુક્ત વાયુનું દ્રાવણ થાય છે જેથી રંગ પીળો થાય છે.

એ અપાનવાયુમાંથી ધણા અગત્યના, પદાર્થો બનાવી શકાય. ડામરમાંથી રંગ, દવા, સુગંધી તેલો, અત્તરો, વગેરે બનાવી શકાય. આથી આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે કોલસામાંથી બે પ્રકારના અર્ધદ્રવ્ય કોલસા, કોલસાનો વાયુ, અપાનવાયુ, અપાનવાયુના સંયુક્ત પદાર્થો, ગંધક, રંગ, દવા, અત્તરો વગેરે બનાવી શકાય. કીંમત વિનાનો દેખાતો કોલસો અને ડામર દેશની સમૃદ્ધિમાં કેટલો ભાગ ભજવી શકે છે આ ઉપરથી જણાશે.

પ્રકરણ ૧૧.

ગંધક (Sulphur S) અને તેના પ્રકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) કશનળી, (૨) કાચનું ભ્રમ, (beaker) (૩) ગંધક, (૪) ગંધકીત અંગાર, (૫) પાણી, (૬) કશનળીની પકડ વગેરે

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ગંધકનું ચૂર્ણ અને ગંધકના કકડા બતાવો.

(૨) ગંધકને કશનળીમાં જ્વલે કરો. એ જ્વળવા માંડે એટલે ઠંડા પાણીમાં નાંખી દો. રબર જેવો ખેંચી શકાય તેવો અને કાળો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે તે એક પ્રકારનો ગંધક જ છે તે બતાવો. પાણીમાંથી બહાર કઢાડયા પછી તે ઘટ થતો જાય છે, એ બતાવો. એનું દ્રવ્યગંધકમાં દ્રાવણ થવું નથી એ સિદ્ધ કરો.

(૩) એક કશનળીમાં ગંધકને ઉન્હો કરો. તે ઓગળી જાય છે અને ઘેરાભૂરો થાય છે એ બતાવે. કશનળીને વધારે ગરમ કરો. ગંધક પાછો ધન બને છે. કશનળીને વધારે ગરમ કરો. ગંધક ઓગળી જાય છે અને ઉકળવા માંડે છે અને અંદરથી ઘેરા, ભૂરા અને નારંગી ધૂપ નીકળે છે તે બતાવે. અંતે કશનળીની ટાચ ઉપર ગંધકના કુલ બાહે છે તે બતાવે.

(૪) ગંધકની પાંચ સ્થિતિ હોય છે તે સિદ્ધ કરો; બે ધન, બે પ્રવાહી અને એક ધૂપક.

જેમ કાર્બનના અનેક પ્રકાર છે તેમ ગંધક જે બીનધાતુ છે તેના અનેક પ્રકાર છે. સાધારણ રીતે બીનધાતુઓના અનેક પ્રકાર હોય છે. ગંધકના બે મુખ્ય પ્રકારો આપણે જોઈએ.

એક તો પ્રકાર જે ગંધકના ગાંગડા આપણે જોઈએ છે તે અને બીજો પ્રકાર નીચે પ્રમાણે પ્રયોગથી મેળવી શકાય.

એક કશનળીમાં ગંધક લો; તેને ગરમ કરો. તમને માલમ પડશે કે ગંધક ઓગળવા માંડશે અને તેનો રંગ પીળો થઈ ઘેરો ભૂરો થશે. ગંધક ઓગળી ગયા પછી ફરીથી ધન થશે જેથી કશનળીને ઉંધી કરવાથી પણ ગંધક પડી નહીં જાય.

હજી વધારે ગરમી આપો. તમે જોશો કે ગંધક ફરીથી ઓગળવા માંડશે અને ઉકળવા માંડશે અને ઘેરો, ભૂરો અને નારંગી ધૂપ અંદરથી બહાર નીકળવા માંડશે.

ગંધક ઉકળ્યા પછીથી એનો પીળો ધૂપ કશનળીની આસપાસ બાઝશે જેને અંગ્રેજીમાં ફ્લેવર્સ ઓફ સલ્ફર અથવા ગંધકના કુલ કહેવામાં આવે છે.

હવે એ ઉકળતા ગંધકને પાણીમાં નાંખીએ તો આ ગંધકને પ્લાસ્ટીક ગંધક અથવા સુનમ્ય ગંધક કહેવામાં આવે છે એ ગંધક રબર જેવો બની જશે. એનો રંગ કાળો હોય છે. પીળો ગંધક ભારે બરડ હોય છે ત્યારે આ સ્થિતિસ્થાપક છે. ગંધક પીળો છે ત્યારે આ કાળો છે. પીળા ગંધકનું કાર્બન-બાષ્પ-સલ્ફા-

છડ અથવા ગંધકીતઅંગારમાં દ્રાવણ જળ્ય છે ત્યારે આ સુનમ્ય ગંધકતું દ્રાવણ થતું નથી. વળી બીજો એક ખાસ ગુણ આ સુનમ્ય ગંધકનો છે અને તે એ કે અમુક દિવસ રહેવા દેવાથી એ પાછો પીળો થઇ જશે અને બરડ થઇ જશે.

જેમ કાર્બનના બધા પ્રકારના ભૌતિક ગુણો જુદા હોય છે તેમ આ પ્રકારના ગંધકના ભૌતિક ગુણો જુદા છે. પણ જેમ કાર્બનના બધા પ્રકારના રસાયન ગુણો એક જ હોય છે—કારણકે બધા દગ્ધાંગારવાયુ ઉત્પન્ન કરે છે—તેમ આ બન્ને પ્રકારના ગંધક દગ્ધ-ગંધક નામનો વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે, જે ડુલોના રંગ, રેશમી કાપડ ઉપરના રંગ ઉરાડી શકે છે. વળી આ બન્ને પ્રકારના ગંધકને ક્ષોખંડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે તો ગંધકીત લોહ ઉત્પન્ન થાય.

સામાન્ય રીતે દરેક પદાર્થ ત્રણ સ્થિતિમાં રહે છે: ઘન, પ્રવાહી, વાયુ. પણ ગંધકને તો એ ઘન સ્થિતિ, એ પ્રવાહી અને એક ધૂપક સ્થિતિ હોય છે એ આપણે જોઇ ગયા.

ગંધકના ઉપયોગ ઘણા છે. ગંધક અને વેસેલાઇનના મિશ્રણથી ફોલ્લા મટી જાય છે. ગંધક ખાવાથી લોહી સુધરે છે: ગંધકનો તેજાબ અને છે: દિવાસળી, ફટાકડા વગેરે બનાવવામાં ગંધક કામ આવે છે. આપણે જે “પોટાશ” દિવાળીમાં ફેાડીએ છીએ તે હુરિણકીય પોટાશ અને ગંધકતું મિશ્રણ છે. એ ઉપરાંત જંતુ મારવાનો એનો ખાસ ગુણ છે. ખેતરમાં જંતુઓ બહુ થયાં હોય તો ગંધકની ફાકી કરી ભભરાવવામાં આવે તો જંતુઓ નાશ પામે.

પ્રકરણ ૧૨.

દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનીક એસીડ ગેસ

(Carbonic Acid Gas CO_2)

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) લોટા, (૨) પેચવાળું સ્ટેન્ડ, (૩) પોળી નળીઓ, (૪) કચનળીઓ,

(૫) કચના નમ, (૬) લીટમસ કાગળ, (૭) ચાક, (૮) ગંધકનો તેલળ, (૯) ચૂનાનું પાણી, (૧૦) દિવાસળી અને (૧૧) મઘાકં.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) લોટામાં ચાક લેા અને તેમાં ગંધકનો મંદ તેલળ નાંખો. લોટામાંથી વાયુના પરપોટા નીકળશે.

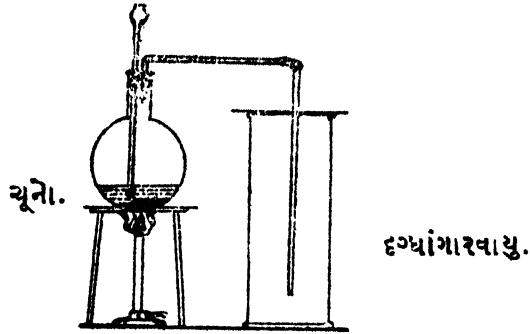
(૨) એ વાયુને ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ચૂનાના પાણીવાળી કચનળીમાં પસાર કરો. ચૂનાનું પાણી ઘોળું થશે.

(૩) એ વાયુને પાણીમાં પસાર કરો અને તેમાં નીલો લીટમસ મૂકો. નીલો લીટમસ લાલ થાય છે તે બતાવો.

(૪) એ વાયુને કચનળીમાં પસાર કરો. અને પછીથી એમાં બળતી દિવાસળી મૂકો. દિવાસળી ઓળવાઈ જશે એ સિદ્ધ કરો.

કાર્બોનીક એસીડ ગેસ અથવા દગ્ધાંગારવાયુ હવામાં બહુજ થોડા પ્રમાણમાં છે એ આપણે જોઈ ગયા. આપણે એ પણ જોઈ ગયા કે આપણે પ્રાણુવાયુનો શ્વાસ લઈએ છીએ અને દગ્ધાંગારવાયુનો ઉછ્વાસ બહાર કાઢીએ છીએ. હવે જો દુનિઆના બધા માણસો દરેક ઘડીએ આ પ્રમાણે પ્રાણુવાયુનો ઉપયોગ કરે અને દગ્ધાંગારવાયુનો ઉછ્વાસ કરે તો હવામાંથી પ્રાણુવાયુ ખલાસ થઈ જાય અને દગ્ધાંગારવાયુ ઘણાજ પ્રમાણમાં હવામાં એકઠો થાય જેથી આપણે જીવી શકીએ નહીં. ઇશ્વરે તેથી સૃષ્ટિમાં ઝાડ બનાવ્યા છે. સૂર્યના પ્રકાશમાં ઝાડનાં લીલાં પાંદડાં એ દગ્ધાંગારવાયુનાં મૂળતત્ત્વો-કાર્બન અને પ્રાણુવાયુ-હૃદાં પડે છે જેથી પાછો પ્રાણુવાયુ ઉપયોગમાં આવે છે અને આપણે જીવી શકીએ છીએ. કાર્બન ઝાડમાં મળી જાય છે અને વનસ્પતિજીવનને પોષે છે.

ગંધકનો તેજબ.



ચિત્ર નં. ૧૦.

એ દગ્ધાંગારવાયુ આપણે પ્રયોગશાળામાં બનાવી શકીએ. જો આપણે લીંબુના રસના બે ત્રણ ટીપાં પથરા ઉપર નાંખીએ તો પથરામાંથી વાયુના પરપોટા નીકળશે. એનું કારણ આ છે. ચાકને અંગ્રેજીમાં કેલ્શીઅમ કાર્બોનેટ (CaCO_3) કહેવામાં આવે છે. એમાં દગ્ધાંગારવાયુ સંયુક્ત હોય છે, એટલે એમાં કોઈ પણ તેજબ પડે તો દગ્ધાંગારવાયુ છૂટે પડે.

એ માટે એક લોટામાં ચાક લો (ચિત્ર ૧૦). બે છિદ્રવાળા છુચ રાખી એમાં બે નળી પસાર કરો. એક નળીનો આકાર નાલિ (funnel) જેવો હોય છે. બીજી નળી વાંકી હોય છે જે માર્ફત વાયુ બહાર જઈ શકે. પછી નાલિમાંથી ગંધકનો તેજબ નાંખો. વાયુના જે પરપોટા આવે તેને ચુનાના પાણીવાળી નળીમાં પસાર કરો. ચુનાનું પાણી ઘોળું થઈ જશે. બીજી એક નળીમાં ચોકળું પાણી લઈ એમાં નીલો લીટમસ કાગળ મૂકો અને એમાં એ વાયુ પસાર કરો. નીલો લીટમસ લાલ થશે. એનાં કારણ આપણે પછીથી જોઈશું.

ત્રીજી કસનળીમાં વાયુ પસાર કરી બળતી દિવાસળી ચાંપીશું તો દિવાસળી ઓળવાઈ જશે. આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે દગ્ધાંગારવાયુ

- (૧) ચુનાના પાણીને ઘોળું કરે છે.
 (૨) પાણીમાં 'દ્રાવણ થયા પછી નીલા લીટ્મસને લાલ કરે છે.
 (૩) બળતી દિવાસળી ઓળવી નાંખે છે.

પ્રકરણ ૧૩.

સ્ફુરક (Phosphorus P) અને તેના પ્રકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

- (૧) ઘોળો સ્ફુરક, (૨) લાલ સ્ફુરક, (૩) ગંધકીત અંગાર, (૪) કથનળીઓ, (૫) મૂષા, (૬) સાદીચૂસ કાગળ અને (૭) મદ્યાર્ક.
 શિક્ષકને સૂચના.

(૧) લાલ અને પીળો સ્ફુરક બતાવો.

(૨) પીળો જલદ હોવાથી પાણીમાં રાખવામાં આવે છે એ બતાવો.

(૩) પીળા સ્ફુરકનો એક કકડો પાણીની અંદર કાપી બહાર સાદી ચૂસ ઉપર મૂકો. પાણી ચૂસાઈ ગયા પછી સ્ફુરક જલે જ બળવા માંડશે એ બતાવો.

(૪) પીળા સ્ફુરકનું ગંધકીત અંગાર (carbon bisulphide) માં દ્રાવણ થાય છે એ બતાવો.

(૫) એક ન્હાની મૂષા (crucible) માં લાલ અને પીળા સ્ફુરક મૂકો. લાલને થોડી ગરમી આપો. બન્ને પ્રાણવાયુ સાથે મળી જઈ દ્વિસ્ફુરક (phosphorus pentoxide) નામે ઘોળો ધૂપ કલ્પન કરે છે તે બતાવો. બન્નેના ભૌતિક ગુણો બિન્ન હોવા છતાં રસાયન ગુણો એકજ છે તે સિદ્ધ કરો.

જેમ કાર્બન અને ગંધકના અનેક પ્રકાર હોય છે તેમ સ્ફુરકના પણ અનેક પ્રકાર છે; (૧) પીળો અથવા ઘોળો સ્ફુરક અને (૨) લાલ સ્ફુરક. પીળો સ્ફુરક બહુ જ જલદ હોવાથી હવાના પ્રાણવાયુ સાથે તરતજ મળી જાય છે એટલે એને પાણીમાં રાખવામાં આવે છે. પાણીમાંથી બહાર કાઢવામાં આવે તો તરત જ

સ્ફુરક પ્રાણવાયુ સાથે મળી જશે અને દગ્ધસ્ફુરક (Phosphorus Pentoxide) નો ધૂપ જોવામાં આવશે. સ્ફુરક આટલો જલદ હોવાથી કદાપિ હાથથી એને અડકવું ન જોઈએ, કારણકે હવા સાથે મળવાથી તે બળે છે.

આપણે જોઈ ગયા કે કાર્બન અને ગંધકના ભૌતિક ગુણો જુદા હોય છે પણ રસાયન ગુણો સરખા હોય છે. તે જ પ્રમાણે સ્ફુરકનું છે.

પીળો સ્ફુરક.

લાલ સ્ફુરક.

(૧) રંગે પીળો છે.

(૭) રંગે લાલ છે.

(૨) ગંધકીત અંગારમાં એનું દ્રાવણ થાય છે.

(૩) ગંધકીત અંગારમાં દ્રાવણ નથી થતું.

(૩) બહુ જલદ હોવાથી પાણીમાં રાખવામાં આવે છે.

(૩) બહુ જલદ નહીં હોવાથી પાણીમાં રાખવાની જરૂર નથી.

(૪) દિવાસળી ચાંપ્યા વિના એમને એમ બળે છે,

(૫) દિવાસળી ચાંપ્યા પછી બળે છે.

અને એમાંથી લાલ સ્ફુરક

ઉત્પન્ન થાય છે.

પણ ત્યારે બન્ને પ્રકારના સ્ફુરકને બાળવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી એક જ પદાર્થ નીકળે છે અને તે દગ્ધસ્ફુરકનો ધૂપ. એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે લાલ અને ઘોળા સ્ફુરક મૂળ સ્ફુરકના એ પ્રકાર છે.

પ્રકરણ ૧૪.

દિવાસળી.

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) લાકડાની ચીપો, (૨) હરિણકીય ચોટાશ, (૩) સિંદુર, (૪) ગંધક અથવા ગુંદર, (૫) મોરચુડ અને (૬) ખટિક ઘાતુનો કોઈ પણ સંયુક્ત પદાર્થ.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) એક કશનળીમાં ગંધક ઓગાળી અથવા ગુંદર લઈ લાકડાની ચીપો એમાં બોળો જેથી ગંધક અથવા ગુંદર ચઢોટી નય.

(૨) પછી જુદી જુદી મૂલ્યમાં હરિણુકીય પોટાશ, સિંદૂર લેા અને એ લાકડાની ચીપો પહેલા હરિણુકીય પોટાશમાં બોળી, સિંદૂરમાં બોળો.

(૩) એ લાકડાની ચીપો એક દિવસ સુકાવા દો.

(૪) બીજે દહાડે દિવાસળી તૈયાર થશે. પછી એ દિવાસળી બનરમાં વેચાતી દિવાસળીના બોખા ઉપર જે કાળો ભાગ આવે છે તેના ઉપર ઘસો. એ કાળા ભાગ ઉપર આવેલા લાલ સ્ફુરકની મદદથી હરિણુકીય પોટાશ બળવા માંડશે.

(૫) દિવાસળીની આવી રચના છે તે બતાવો.

(૬) લાલ બપોરિયું કરતું હોય તો એજ દિવાસળી ઉપર ખટિક (સ્ટ્રોન્શીઅમ) નામની ધાતુનો કોઈ પણ સંયુક્ત પદાર્થ ભભરાવો.

(૭) લીલું બપોરિયું કરતું હોય તો તાંબાનો કોઈ પણ સંયુક્ત પદાર્થ જેવો કે મોરચુથુ ભભરાવો.

જૂના વખતમાં બહુજ વિચિત્ર રીતે દેવતા પાડવામાં આવતો. બહુ જૂના કાળમાં ચક્રમક અને લોખંડનું ઘર્ષણ કરી તેમાંથી અગ્નિ ઉત્પન્ન કરવામાં આવતો.

વખત જતાં રસાયન વિદ્યા કેળવવામાં આવી, જેના પરિણામે દેવતા બીજી રીતે તૈયાર કરવામાં આવતો. એક મૂલ્યમાં ખાંડ, હરિણુકીય પોટાશ (Potassium Chlorate $KClO_3$) લઈ તેમાં ગંધકનો તેજામ્ (Sulphuric Acid) નાંખવામાં આવતો જેથી પુષ્કળ અગ્નિ અને પ્રકાશ ઉત્પન્ન થતો. પણ અગ્નિ તૈયાર કરવાની આ પદ્ધતિ ખર્ચાળ અને જોખમભરેલી હતી કારણકે આ બધા પદાર્થો જોખમકારક છે.

સ્ફુરક શોધી કાઢવામાં આવ્યા પછી એનો દિવાસળીમાં ઉપયોગ થયો. લાકડી ઉપર સ્ફુરક અને થોડો ગંધક લગાડવામાં આવતો. એ સ્ફુરક ન્યારે ગમે તે જગ્યા ઉપર ઘસવામાં આવતો

ત્યારે બળતો અને દિવાસળી સળગતી. પણ આમાં એક નવી મુશ્કેલી ઊભી થઇ. પીળા સ્ફુરકમાંથી ઉત્પન્ન થતા ધૂપના પરિણામે દિવાસળીના કારખાનામાં કામ કરતા માણસોના ઘાંત અને જડખામાં રોગ થવા માંડ્યો જેથી કાયદા પ્રમાણે પીળા સ્ફુરકનો પ્રતિબંધ થયો.

લાલ સ્ફુરક શોધવામાં આવ્યો પછી આ બધી મુશ્કેલીઓ દૂર થઇ. દિવાસળી ઉપર ગંધક, હરિણકીય પોટાશ અને સિંદુર (Red Lead Pb_3O_4) મૂકવામાં આવ્યો. દિવાસળીના ખોખા ઉપર લાલ સ્ફુરક અને ધર્ણણ વધારવા માટે કાચની ભૂકી મૂકવામાં આવે છે. ન્યારે દિવાસળી ખોખા ઉપર ઘસવામાં આવે છે ત્યારે હરિણકીય પોટાશ લાલ સ્ફુરકની મદદથી બળે છે અને દિવાળળી પ્રકટે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે દિવાસળીમાં હરિણકીય પોટાશ, કે સિંદુર કે જે પદાર્થમાં પ્રાણવાયુ વધારે પ્રમાણમાં હોય છે તેનો ઉપયોગ થાય છે.

ફટાકડામાં પણ હરિણકીય પોટાશ જેવા પદાર્થો જેમાં પ્રાણવાયુનું પ્રમાણ વિશેષ હોય છે તેનો ઉપયોગ થાય છે અને ફટાકડામાં જે ભુરો રંગ જેવામાં આવે છે તે બળતા ગંધકનો હોય છે. દરેક દારૂગોળામાં સ્ફુરક અને ગંધક હોય છે જ, એ જ પ્રમાણે દારૂગોળાની ડાહીઓ બનાવવામાં એ જ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

લાલ અને લીલાં બપોરીઆં પણ એ જ રીતે બને છે. હરિણકીય પોટાશ અને ગંધક ઉપરાંત લાલ બપોરીઆમાં ખટિક (સ્ટ્રોન્શીઅમ) બાતુનો કોઇ પણ સંયુક્ત પદાર્થ વાપરવામાં આવે છે. લીલા બપોરીઆમાં તાંબાનો કોઈ પણ સંયુક્ત પદાર્થ જેવો કે મોરચુથ તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પ્રકરણ ૧૫.

તેજબ (એસીડ).

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) કશનળીઓ, (૨) કશનળીની પકડ, (૩) ગંધકનો તેજબ, (૪) મીઠાનો તેજબ, (૫) સુરાખારનો તેજબ, (૬) આમલીનો તેજબ, (૭) લીંબુનો તેજબ, (૮) સોડા વોટર, (૯) લીંબુ, આમલી, નારંગી વગેરે, (૧૦) લીટમસ પેપર અને મોઝરી (૧૧) ખાંડ, ચોખા, ઘઉં, ચેપર, રૂ વગેરે, (૧૨) જસત, (૧૩) તાંબુ, વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) ગંધકનો તેજબ Sulphuric Acid, સુરાખારનો તેજબ Nitric Acid, મીઠાનો તેજબ Hydrochloric Acid, આમલીનો તેજબ Tartaric Acid, લીંબુનો તેજબ Citric Acid, સોડા વોટર વગેરે તેજબ, જલદ અને મંદ, બતાવો.

(૨) લીંબુ, આમલી, નારંગી, મોસંખી, દ્રાક્ષ વગેરેના અને ઉપર બતાવેલા તેજબનું એક ટીપું લઈ નીલા લીટમસ ઉપર મૂકો. નીલો લીટમસ લાલ થાય છે તે બતાવો.

(૩) તેજબમાં આર્દ્રવાયુ હોય છે તે પૂરવાર કરવા કશનળીમાં લોખંડનો ભુકા કે જસત લઈ મંદ ગંધકનો તેજબ, સુરાખારનો તેજબ, અને મીઠાનો તેજબ નાંખો. આર્દ્રવાયુ છટો પડે છે તે બતાવો.

(૪) ગંધકના તેજબને જુદી જુદી કશનળીમાં લઈ હરિભૂકીય પોટાશ, રૂ, કાગળ, ખાંડ, ચોખા ઉપર નાંખો. હરિભૂકીય પોટાશમાં ધડાકો થાય છે અને બીજાઓમાં કાળનું છટો પડે છે તે બતાવો. સુરાખારના તેજબને તાંબા અને જસત ઉપર નાંખો. લાલ-બૂરા રંગના ધુમાડા નીકળતા બતાવો. આ રીતે તેજબ જલદ હોય છે તે સિદ્ધ કરો.

(૫) આ બધા તેજબ ગંધક, સ્ફુરક, કાળનું જેવી બીજા ધાતુઓમાંથી બનેલાં છે તે બતાવો.

તેજબ અનેક પ્રકારના છે, જેવા કે:—

ગંધકનો તેજબ

Sulphuric Acid

H₂SO₄

(સલ્ફ્યુરીક એસીડ)

સ્ફુરકનો તેજ્ય	Phosphoric Acid	HPO ₃
કાર્બનનો ,,	ફોસ્ફેરીક એસીડ Carbonic Acid	H ₂ CO ₃
સુરોખારનો ,,	કાર્બોનીક એસીડ Nitric Acid	HNO ₃
આમલીનો ,,	નાઇટ્રીક એસીડ Tartaric Acid	C ₄ O ₆ H ₆
લીંબુનો ,,	ટાર્ટારિક એસીડ Citric Acid	C ₆ H ₈ O ₇
	સાઇટ્રીક એસીડ	

લીંબુનાં એક એ ટીપાં નીલાં લીટમસ ઉપર નાંખો. તરત જ એ નીલો લીટમસ લાલ થઇ જશે. લીંબુનો રસ નીલી મોગરી ઉપર નાંખવાથી મોગરી લાલ થાય છે એ આ જ ક્રિયા છે.

આમલીનો રસ નીલા લીટમસ ઉપર નાંખવાથી એ જ પરિણામ આવશે.

એ જ પ્રમાણે જુદા જુદા ફળોનો રસ નીલા લીટમસ ઉપર નાંખીએ તો નીલા લીટમસ લાલ થશે.

આપણે જોઇ ગયા (પાનું ૩૪) કે દગ્ધાંગાર વાયુનું પાણીમાં દ્રાવણ કરવાથી લીલો લીટમસ લાલ થાય છે કારણ કે એ વાયુનું પાણીમાં દ્રાવણ થવાથી કાર્બનનો તેજ્ય ઉત્પન્ન થાય છે. સોડા વોટર જે આપણે પીએ છીએ તે દગ્ધાંગારવાયુનું જલદ દ્રાવણ છે. એટલે સોડા વોટર પણ નીલા લીટમસને લાલ કરે છે.

ગંધકના તેજ્ય, લવણના તેજ્ય અને સ્ફુરકના તેજ્યના સરખા ગુણ છે.

આ બધા રસને એસીડ અથવા તેજ્ય કહેવામાં આવે છે જે બધા નીલા લીટમસને લાલ બનાવે છે.

આમાં ગંધકનો, લવણનો, અને સુરોખારનો તેજ્ય બહુ જ

જલદ હોય છે, એટલે પ્રયોગ કરતાં આપણે એમાં પાણી નાંખીને મંદ બનાવવો પડે છે.

એવા મંદ તેજબનું એક દીપું જીલ ઉપર મૂકે. તમને ખાટું લાગશે. લીંબુ, આમલી, કેરી, દ્રાક્ષ, વગેરેની ખટાશ અંદર રહેલા તેજબને અંગે છે. આમાંના કેટલાક તેજબો ખડુ જ જલદ હોય છે. દાખલા તરીકે ગંધકના તેજબને રૂ, કાગળ કે અનાજ જેમાં કાર્બનનું તત્વ હોય છે તેમાં નાંખવામાં આવે તો એ પદાર્થોમાં રહેલો કાર્બન છૂટો પડી જાય.

સુરાખારના તેજબને તાંબા, જસત, કલાઇ વગેરે ઉપર નાંખવામાં આવે તો અંદરથી લાલ-ભૂરા વાયુના ગોટેગોટા નીકળશે અને ઘણી જ ગરમી ઉત્પન્ન થશે. મંદ તેજબને જસત કે લોખંડ ઉપર નાંખવામાં આવે તો દરેક તેજબમાં રહેલો આર્દ્રવાયુ છૂટો પડી જાય.

વળી એ ઉપરાંત આપણે જોઇ શકીએ છીએ કે આ બધા તેજબ, ગંધક, સ્ફુરક કે કાર્બનના છે જે ધાતુઓ નથી. આથી આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે—

(૧) બધા તેજબ નીલા લીટમસને લાલ બનાવે છે.

(૨) „ „ સ્વાદે ખાટા હોય છે.

(૩) „ „ માં આર્દ્રવાયુ સમાયેલો છે.

(૪) „ „ જલદ હોય છે.

(૫) તેજબ સામાન્ય રીતે ગંધક, સ્ફુરક અને કાર્બન જેવી બીનધાતુઓમાંથી બને છે.

પ્રકરણ ૧૬.

અલ્કલી (Alkali) અને ક્ષાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) ઢાઢક સોડા, (૨) ઢાઢક પોટાશ, (૩) અપાનવાયુનું દ્રાવણ, (૪)

કળીચૂનો, (૫) નવસાર, (૬) સુશેખાર, (૭) કશનળીઓ, (૮) લીટમસ કાગળ, (૯) જામ, (૧૦) ફીનોફેથેડીનનું દ્રાવણ, (૧૧) મૂકા અને (૧૨) મઘાકં. શિક્ષકને સૂચના.

(૧) દાહક સોડા, દાહક પોટાશ, અપાનવાયુ, કળીચૂનાનું દ્રાવણ જૂદી જૂદી કશનળીમાં લો. એમાં લાલ લીટમસ મૂકા, અને લાલ લીટમસ નીલો થાય છે તે બતાવો.

(૨) એક જામમાં દાહકસોડાનું દ્રાવણ લઈ ફીનોફેથેડીનનું એક ટીપું નાંખો. દાહક સોડા લાલ થશે એ બતાવો. મીઠાના તેજબનું એક એક ટીપું અંદર નાંખો. ધીમે ધીમે લાલ રંગ જતો રહેશે અને અંતે જે દ્રાવણ આવે તે ચખાડો. એ ખાંડ લાગશે. એમાં નીલો અને લાલ લીટમસ મૂકા. કંઈ અસર નહીં થાય. પછી એ દ્રાવણનું બાષ્પીભવન કરો. મીઠાનાં કણ જામમાં રહેશે, એ બતાવો. અલ્કહી અને તેજબથી ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય છે તે સિદ્ધ કરો.

અલ્કહી.

(૧) દાહક સોડા કૉસ્ટીક સોડા Caustic Soda NaOH

(૨) દાહક પોટાશ કૉસ્ટીક પોટાશ Caustic Potash KOH

(૩) અપાનવાયુ એમોનીઆ Ammonia NH_3

(૪) કળીચૂનો $\left. \begin{array}{l} \text{Calcium} \\ \text{Hydroxide} \end{array} \right\} Ca(OH)_2$

જૂદી જૂદી કશનળીઓમાં દાહક સોડા, દાહક પોટાશનું દ્રાવણ લો. એમાં નીલો લીટમસ નાંખો. નીલા લીટમસ ઉપર કંઈ અસર નહીં થાય. પણ એમાં લાલ લીટમસ નાંખો તો તે નીલો થઈ જશે.

એ જ પ્રમાણે કળીચૂનામાં થોડું પાણી નાંખો. રસાયન વિકારને લીધે પાણીની વરાળ થશે અને લાલ લીટમસ મૂકવાથી નીલો થઈ જશે.

એ જ પ્રમાણે અપાનવાયુ (જે શરદી દૂર કરવામાં, માથું મટાડવામાં કામ લાગે છે તે) બરેલી શીશી ઉપર લાલ લીટ-

મસ ધરીએ તો નીસો થઈ જાય. દાહક સોડા, દાહક પોટાશ, અપાનવાયુ અને કળીચૂનાને અલકલી કહેવામાં આવે છે.

આ અલકલી એટલાં જલદ હોય છે કે જલ ઉપર મૂકીએ તો ફેલા થાય. આપણે જાણીએ છીએ કે પાનમાં ચૂનો વિશેષ પડે તો જલ ઉપર ફેલી થાય. પણ એનું થોડું દ્રાવણ આંગળી ઉપર લઈએ તો હાથે સાથુ જેવી અસર ઉત્પન્ન થાય.

દાહક સોડા, સોડીઅમ અથવા ક્ષારજ નામની ધાતુ-માંથી બને છે.

દાહક પોટાશ અથવા વજ્રક્ષાર, પોટાશીઅમ અથવા ભસ્મીય ધાતુમાંથી બને છે. ચૂનો કેલ્શીઅમ અથવા ખટિક નામની ધાતુમાંથી બને છે.

આ રીતે ધાતુઓમાંથી અલકલી બને છે એ સિદ્ધ થાય છે. પણ એમોનીઆ કોષપણ ધાતુમાંથી નથી બનતો.

(૧) બધા અલકલી લાલ લીટમસને નીલા બનાવે છે.

(૨) " " સાથુ જેવી અસર ઉત્પન્ન કરે છે.

(૩) " " જલદ હોય છે

(૪) અલકલી સામાન્ય રીતે ધાતુઓમાંથી બનેલાં હોય છે.

ક્ષાર.

મીઠું (મીઠાના તેજબ અને દાહક સોડાનું સંયુક્ત પરિણામ.)	Sodium Chloride NaCl.
------------------------------------------------------	--------------------------

નવસાર (મીઠાના તેજબ અને અપાનવાયુનું સંયુક્ત પરિણામ.)	Ammonium Chloride NH ₄ Cl
-----------------------------------------------------	-----------------------------------------

મુરોખાર (મુરોખારનો તેજબ અને દાહક પોટાશનું સંયુક્ત પરિણામ.)	Nitre or Potassium Nitrate KNO ₃
------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------

તેજાબ નીલા લીટમસને લાલ કરે છે, અલ્કલી લાલ લીટમસને નીલો કરે છે. સ્વાભાવિક રીતે આના ઉપરથી અનુમાન કરી શકાય કે તેજાબ અને અલ્કલીનું મિશ્રણ કરીએ તો એક પદાર્થ એવો ઉત્પન્ન થાય જે નીલા લીટમસને લાલ ન કરે, લાલને નીલો ન કરે. એ સિદ્ધ કરવાને કાચના એક જામમાં દાહક સોડાનું દ્રાવણ લો; અને દાહક સોડામાં ફીનોફ્થેલીન નામના પદાર્થના દ્રાવણનું એક ટીપું નાંખો કે જે ત્યાંસુધી દાહક સોડાનું એક ટીપું હશે ત્યાંસુધી એનો રંગ લાલ રાખશે. પછી નળી માર્ફત મીઠાનો તેજાબ ધીમે ધીમે નાંખવાથી ત્હમને માલમ પડશે કે દાહક સોડાનો લાલ રંગ મંદ પડી જાય છે અને અંતે એ રંગ તદ્દન જતો રહે છે. એ બતાવે છે કે હવે દાહક સોડાનું એક પણ ટીપું છૂટું રહેતું નથી. એ દ્રાવણમાં એક નીલો અને લાલ લીટમસ મૂકો. ત્હમને જણાશે કે નીલો લીટમસ નીલો રહે છે અને લાલ લાલ રહે છે. એ દ્રાવણ ચાખી જુવો; સ્વાદ તમને ખારો લાગશે.

આ દ્રાવણને એક મૂપામાં ઉત્તું કરો જેથી પાણીનો બધો ભાગ જતો રહે. અંતે મૂપામાં મીઠાના રજકણ મળશે.

એવીજ રીતે ગંધકના તેજાબ સાથે દાહક સોડા કે દાહક પોટાશ મેળવીએ તો બીજો ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય.

મીઠાના તેજાબને અપાનવાયુ સાથે મેળવીએ તો નવસાર નામનો ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય. મુરખારના તેજાબને દાહક પોટાશ સાથે મેળવીએ તો મુરખાર ઉત્પન્ન થાય. દાહક પોટાશ અને કાર્બોનિક એસીડ મેળવીએ તો પાપડ-ખાર ઉત્પન્ન થાય.

આ પ્રયોગ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે જ્યારે જ્યારે તેજાબ અને અલ્કલી મળે છે ત્યારે ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય છે જે સ્વાદે ખારા હોય છે અને જેની લીટમસ ઉપર કંઈ અસર થતી નથી. ક્ષારના બે ગુણો મુખ્ય છે.

(૧) સ્વાદે ખારા હોય છે.

(૨) નીલા કે લાલ લીટમસ ઉપર કંઈ અસર થતી નથી.

પ્રકરણ ૧૭.

સાષુ.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) દાહકસોડા, (૨) કોપરેલ અથવા દિવેલ અથવા ડોળીયું, (૩) ઘોવાનો સોડા, (૪) કાચની નક્કર નળી, (૫) કાચનું વાસણ.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) સાત ભાગ પાણી લઈ તેમાં એક ભાગ દાહક સોડાનું દ્રાવણ કરો અને એની અંદર પાંચ ભાગ કોપરેલ, કે દિવેલ કે ડોળીયું ધીમે ધીમે ઉમેરો અને નળીથી હલાવ્યા જ કરો. (હલાવવામાં નહીં આવે તો ગૂઢા ખાઝી જરો) સાથે સાથે એક ભાગ ઘોવાનો સોડા થોડો થોડો ઉમેરતા જઓ.

(૨) જે પ્રવાહી પદાર્થ મળી આવે છે તેને ઠરતા દો. અમુક કલાક ઠર્યા પછી નક્કર સાષુ તૈયાર થશે.

આપણે જોઈ ગયા કે જ્યારે તેજળમાં અલ્કલી મળે છે ત્યારે ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય છે. સાષુ એ એક પ્રકારનો ક્ષાર જ છે. સાષુ તૈયાર કરવામાં આપણે કોપરેલ, દિવેલ કે ડોળીયું વાપરીએ છીએ જેમાં અમુક તેજળમે હોય છે. હવે એ કોપરેલ, દિવેલ કે ડોળીયામાં આપણે દાહક સોડા જે અલ્કલી છે તે ઉમેરીએ છીએ એટલે સાષુ બને છે. કોપરેલ, દિવેલ કે ડોળીયામાં રહેલા તેજળ અને દાહક સોડામાં રહેલા અલ્કલીનો સંયોગ ક્ષાર ઉત્પન્ન કરે છે જેને આપણે સાષુ કહીએ છીએ.

સાષુ બનાવવામાં ઘોવાનો સોડા નાંખવામાં આવે છે તેનું પ્રયોજન એ છે ઘોવાના સોડામાં મેલ સાફ કરવાનો ગુણુ વિશેષ છે, એટલે એવા સાષુથી મેલ તરત જ સાફ થઈ જાય છે.

એ સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે દરિયાના પાણીમાં કપડાં ચોક્કસ થતાં નથી. એનું કારણ એ છે કે દરિયાના પાણીમાં ઘણા ક્ષાર હોવાથી સાણુ એ ક્ષાર સાથે રસાયન વિકાર અનુભવે છે અને નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે. તેથી સાણુનું શીણ થતું નથી. નર્મદા નદીના પાણીમાં કપડાં કાળાં રહે છે એનું એ કારણ છે કે નર્મદા નદી દરિયા પાસે હોવાથી દરિયાનું ક્ષારવાળું પાણી એમાં આવે છે અને સાણુ એ ક્ષાર સાથે મળી જાય છે. 'જ્યારે તાપી નદીમાં એટલાં જ્યાં ક્ષાર નહીં હોવાથી સાંઈ શીણ ઉત્પન્ન થાય છે. જે પાણીમાં ક્ષારનું દ્રાવણ થએલું નથી હોતું તેમાં સાંઈ શીણ હંમેશાં ઉત્પન્ન થાય છે. જેમ પાણી ચોક્કસ તેમ શીણ સાંઈ ઉત્પન્ન થાય અને લુગડાં ચોક્કસ રહે.

રસાયણો, તેનાં નામ, સંજ્ઞા વગેરે.

પદાર્થોનાં નામ.	સંજ્ઞા.	પદાર્થોનાં મૂળ તત્વોની સંજ્ઞા.	પદાર્થોનાં મૂળ તત્વોનાં અંગ્રેજી નામ.	પદાર્થોનાં મૂળ તત્વોનાં ગુણસતી નામ.	પદાર્થોનાં ગુણસતી નામ.
Ammonia	NH_3	N_2, H_2	નાઇટ્રોજન, હાઇડ્રોજન	નત્રવાયુ, આર્દ્રવાયુ	અપાનવાયુ
Ammonium chloride	NH_4Cl	$\text{N}_2, \text{H}_2, \text{Cl}_2$	નાઇટ્રોજન, હાઇડ્રોજન, ક્લોરીન	નત્રવાયુ, આર્દ્રવાયુ, હરિત	નવસાર
Alum	$\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24 \text{H}_2\text{O}$	$\text{K}, \text{S}, \text{O}_2, \text{Al}$	પોટાશીઅમ, સલ્ફર, ઓક્સીજન, મીનીયમ	ભસ્મીય, ગંધક, પ્રાણુ-વાયુ, સ્કેટિક	દટકડી
Animal charcoal	C	C	કાર્બન	કોલસો	પ્રાણીજ અંગાર
Calcium	Ca	Ca	કેલ્શીઅમ	ખટિક	ખટિક
Carbon	C	C	કાર્બન	કોલસો	કોલસો
Chalk	CaCO_3	$\text{Ca}, \text{C}, \text{O}_2$	કેલ્શીઅમ, કાર્બન, ઓક્સીજન	ખટિક, કોલસો, પ્રાણુ-વાયુ	ચાક
Chlorine	Cl_2	Cl_2	ક્લોરીન	હરિત	હરિત
Carbon bisulphide	CS_2	C, S	કાર્બન, સલ્ફર	કોલસો, ગંધક	ગંધકિત અંગાર

Carbon dioxide or carbonic acid gas	CO_2	C, O_2	કાર્બન, ઓક્સીજન	કોલસો, પ્રાણુવાયુ	દુધાંગારવાયુ
Caustic potash	KOH	$\text{K}, \text{O}_2, \text{H}_2$	પોટાશીઅમ, ઓક્સીજન, હાઇડ્રોજન	ભરમીય, પ્રાણુવાયુ, આર્દ્રવાયુ	દાહક પોટાશ
Caustic soda	NaOH	$\text{Na}, \text{O}_2, \text{H}_2$	સોડીઅમ, ઓક્સીજન, હાઇડ્રોજન	ક્ષારીય, પ્રાણુવાયુ, આર્દ્રવાયુ	દાહક સોડા
Citric acid	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	$\text{C}, \text{O}_2, \text{H}_2$	કાર્બન, ઓક્સીજન, હાઇડ્રોજન	કોલસો, પ્રાણુવાયુ, આર્દ્રવાયુ	લીંબુનો તેજળ
Coal	C	C	"	કોલસો	કોલસો
Coke	C	C	"	કોલસો	અર્ધદુઘ્ધ કોલસો
Copper	Cu	Cu	કોપર	તાંબુ	તાંબુ
Copper oxide	CuO	Cu, O_2	" ઓક્સીજન	" પ્રાણુવાયુ	તાંબ્રભરમ
Copper sulphate	CuSO_4	$\text{Cu}, \text{O}_2, \text{S}$	" " સલ્ફર	" " ગંધક	ચોરથુયુ
Diamond	C	C	કાર્બન	કોલસો	હીરો
Flowers of sulphur	S	S	સલ્ફર	ગંધક	ગંધક
Gas carbon	C	C	કાર્બન	કોલસો	અર્ધદુઘ્ધ કોલસો
Hydrogen	H_2	H_2	હાઇડ્રોજન	આર્દ્રવાયુ	આર્દ્રવાયુ

Hydrochloric acid	HCl	H ₂ , Cl ₂	ହାଫ୍ଡ୍ରୋଜନ, କ୍ଲୋରିନ	ଆର୍ଦ୍ରବାୟୁ, ହରିନ	ମିଶ୍ରଣ
Iodine	I ₂	I ₂	ଆୟୋଡିନ	ନେସ	ନେସ
Iron	Fe	Fe	ଆୟର୍ନ	ସୋର୍ଡ଼	ସୋର୍ଡ଼
Iron oxide	Fe ₂ O ₃	Fe, O ₂	ଆୟର୍ନ, ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	ସୋର୍ଡ଼, ପ୍ରାୟବାୟୁ	କାଟ
Magnetic oxide of iron	Fe ₃ O ₄	Fe, O ₂	" "	" "	ସୁଅକ୍ସିଡ଼; } ସୋର୍ଡ଼ସୁଅକ୍ସିଡ଼ }
Iron sulphide	FeS	Fe, S	" ସଫ୍ଡର	" ଗଂଧକ	ଗଂଧକୀତ ସୋର୍ଡ଼
Iron sulphate	FeSO ₄	Fe, S, O ₂	" ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	" ଗଂଧକ, ପ୍ରାୟବାୟୁ	ଫିରାକ୍ସି
Lampblack	C	C	କେରପ୍ଲେକ୍	କାନ୍ଥ	କାନ୍ଥ
Lime	CaO	Ca, O ₂	କେଶ୍ଟିଆମ, "	ଅଟିକ, "	କଣା ଘୂନୋ
Lime water	Ca(OH) ₂	Ca, O ₂ , H ₂	କେଶ୍ଟିଆମ, ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ, ହାଫ୍ଡ୍ରୋଜନ	ଅଟିକ, ପ୍ରାୟବାୟୁ, ଆର୍ଦ୍ରବାୟୁ	କଣା ଘୂନାନୁ
Manganese	Mn	Mn	ମେଙ୍ଗେନିଅ	ଅର୍ଦ୍ରବାୟୁ	ପାଣି
Manganese dioxide	MnO ₂	Mn, O ₂	" ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	ମଂଗ୍ଗ	ମଂଗ୍ଗ
Nitrogen	N ₂	N ₂	ନାଇଟ୍ରୋଜନ	ମଂଗ୍ଗ, ପ୍ରାୟବାୟୁ	ମଂଗ୍ଗ ଗରମ
Nitric acid	HNO ₃	H ₂ , N ₂ , O ₂	ହାଫ୍ଡ୍ରୋଜନ, ନାଇଟ୍ରୋଜନ, ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	ନତ୍ରବାୟୁ	ନତ୍ରବାୟୁ
Nitre	KNO ₃	K, N ₂ , O ₂	ପୋଟାଶିୟମ, ନାଇଟ୍ରୋଜନ, ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	ଆର୍ଦ୍ରବାୟୁ, ନତ୍ରବାୟୁ, ପ୍ରାୟବାୟୁ	ସୁରାଘାରୀନୋ
Oxygen	O ₂	O ₂	ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	ଗରମୀୟ, ନତ୍ରବାୟୁ, ପ୍ରାୟବାୟୁ	ତେଜସ୍ବ
			ଷ୍ଟୋକ୍ସିଜନ	ପ୍ରାୟବାୟୁ	ସୁରାଘାର
					ପ୍ରାୟବାୟୁ

Phosphours	P	P, O ₂	ફોસ્ફરસ	સ્ફુરક	સ્ફુરક
Phosphorus pentoxide	P ₂ O ₅	P, O ₂	" ઓક્સીજન	" પ્રાણુવાયુ,	૬૦૫ સ્ફુરક
Phosphoric acid	HPO ₃	H ₂ , P, O ₂	હાઇડ્રોજન, ફોસ્ફરસ, ઓક્સીજન	" આર્દ્રવાયુ, પ્રાણુવાયુ	સ્ફુરકનો તેજ્ય
Platinum	Pt	Pt	પ્લેટીનમ	મહારજત	મહારજત
Plastic sulphur	S	S	સલ્ફર	ગંધક	સુનમ્બ ગંધક
Potassium	K	K	પોટાશીઅમ	લસભીય	લસભીય
Potassium chlorate	KClO ₃	K, Cl, O ₂	" ક્લોરીન, ઓક્સીજન	" હરિત, પ્રાણુવાયુ,	હરિણુકીય પોટાશ
Potassium hydroxide	KOH	K, O, H ₂	" ઓક્સીજન, ઓક્સીજન, હાઇડ્રોજન	" પ્રાણુવાયુ, આર્દ્રવાયુ	દાહક પોટાશ
Potassium permanganate	KMnO ₄	K, Mn, O ₂	" મેંગેનીઝ, ઓક્સીજન	" મંગલ, પ્રાણુવાયુ	પોટાશીયમ પર્મેંગેનેટ
Red lead	Pb ₃ O ₄	Pb, O ₂	લેડ	સીસું,	સિંદુર
Salt	NaCl	Na, Cl	સોડીયમ, ક્લોરીન	ક્ષારજ, હરિત	મીઠું
Sodium	Na	Na	"	" ક્રેલસે,	ક્ષારજ
Sodium carbonate	Na ₂ CO ₃	Na, C, O ₂	" કાર્બન, ઓક્સીજન	" પ્રાણુવાયુ	સાબુખાર; ધોવાનોસોડા
Sulphur	S	S	સલ્ફર	ગંધક	ગંધક

Sulphur dioxide	SO_2	S, O_2	” ઓક્સીજન	” પ્રાણવાયુ	દુર્ગંધ ગંધક
Sulphuric acid	H_2SO_4	$\text{H}_2, \text{S}, \text{O}_2$	હાઇડ્રોજન, સલ્ફર, ઓક્સીજન	આર્દ્રવાયુ, ગંધક, પ્રાણવાયુ	ગંધકનો તેજ્ય ખાંડ
Sugar	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}, \text{H}_2, \text{O}_2$	કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઓક્સીજન	કેલસો, આર્દ્રવાયુ, પ્રાણવાયુ	આમલીનો તેજ્ય કલાપ
Tartaric acid	$\text{C}_4\text{O}_6\text{H}_6$	$\text{C}, \text{O}_2, \text{H}_2$	ટાર્ટરીક એસીડ	કેલસો, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	કલાપ ભસ્મ જસત
Tin	Sn	Sn	ટીન	કલાપ-વંગ	જસત ભસ્મ
Tin oxide	SnO	Sn, O_2	ટીન, ઓક્સીજન	કલાપ, પ્રાણવાયુ	
Zinc	Zn	Zn	ઝીંક	જસત	
Zinc oxide	ZnO	Zn, O_2	ઝીંક, ઓક્સીજન	જસત, પ્રાણવાયુ	

પ્રવાહ વિજ્ઞાની.

પ્રકરણ ૧.

પ્રવાહ વિજ્ઞાનીની ઉત્પત્તિ.

નેર્ષતા સાધનોની યાદી:—

(૧) વોલ્ટાની પુટાવલિ (મિટરી) (૩) લેક્લાન્સે પુટાવલિ, (૩) સાદી પુટાવલિ, (૪) ધંટરી, (૫) વિજ્ઞાનીનો દીવો વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) વોલ્ટેઈક પુટાવલિ બતાવો. એમાં તાંબાના અને જસતના લાંબચોરસ કપડા અને ગંધકનો તેજાબ બતાવો. જસત અને ગંધકના તેજાબ વચ્ચે થતો રસાયનવિકાર બતાવો. અંદરથી નીકળતા આર્દ્રવાયુના ઝુણો સમજાવો, અને પુટાવલિના બંને ધ્રુવને તારથી વિજ્ઞાનીય ધંટરી સાથે જોડી ધંટરી વગાડો.

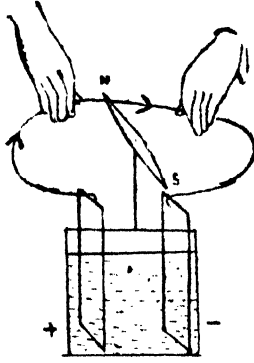
(૨) લેક્લાન્સે મિટરીના અંદરના વાસણમાં કાળાંનનો એક ધ્રુવ અને મંગલ ભસ્મ છે તે બતાવો; અને બહારના વાસણમાં જસતનો બીજો ધ્રુવ અને નવસાર છે તે બતાવો.

(૩) સાદી પુટાવલિ જે હાંમેશા વપરાય છે તે જણાડી જસતના પતરાની સાથે નવસાર છે અને કાળાં બીજો ધ્રુવ તરીકે મધ્યમાં છે અને તેની આસપાસ મંગલભસ્મ છે તે બતાવો.

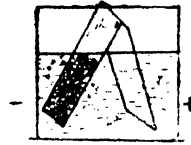
આપણે નેર્ષ ગયા કે અમુક પદાર્થોનું ઘર્ષણ થવાથી જે વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે તેને આપણે ઘર્ષણ વિદ્યુત કહીએ છીએ. હવે આપણે રસાયન પદાર્થોની મદદથી વિજ્ઞાની ઉત્પન્ન કરીએ.

વોલ્ટા નામના વિજ્ઞાનીએ શોધી કાઢ્યું કે રસાયનોની મદદથી વિજ્ઞાની ઉત્પન્ન થઈ શકે. એ વિજ્ઞાનીએ એક વાસણ લીધું અને તેમાં ગંધકનો મંદ તેજાબ મૂક્યો. એક બાળુ ઉપર તાંબાનું પતરું મૂક્યું અને બીજી બાળુ ઉપર જસતનું પતરું મૂક્યું. (ચિત્ર નં. ૧૧) જસતનું પતરું એવું જલદ જણાયું કે ગંધકના તેજાબમાં મૂકતાં જ એ તેજાબમાંથી આર્દ્રવાયુ છૂટી પડ્યો. તાંબાનાં પતરાંને જસતના પતરાં સાથે તાંબાના તારથી જોડી દેતાં જણાયું કે એ તાર આર્દ્ર વિજ્ઞાની પસાર થઈ.

વોલ્ટની પુટાવલિ



તાંબુ જસત
ચિત્ર નં. ૧૧



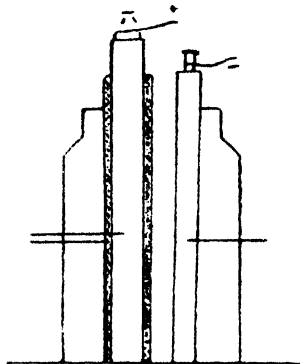
જસત તાંબુ

આ પ્રકારની રચનાને વોલ્ટેઇક બેટરી અથવા વોલ્ટેઇક પુટાવલિ નામે ઓળખાય છે કારણકે વોલ્ટ નામના ઇટાલીના વિજ્ઞાનીએ શોધી કાઢી હતી.

પણ આ પુટાવલિ જ્યાં ત્યાં લઇ શકાય નહીં. એથી નવી નવી પુટાવલિ શોધી કાઢવામાં આવી જેમાં બે પતરાંનો ઉપયોગ થતો, એક કાર્બનનો અથવા તાંબાનો અને બીજો જસતનો. તેમાંની એક લેકલાન્સો પુટાવલિ નામે ઓળખાય છે.

• લેકલાન્સો પુટાવલિ

કાર્બન અને
અંગૂઠા બરમ.



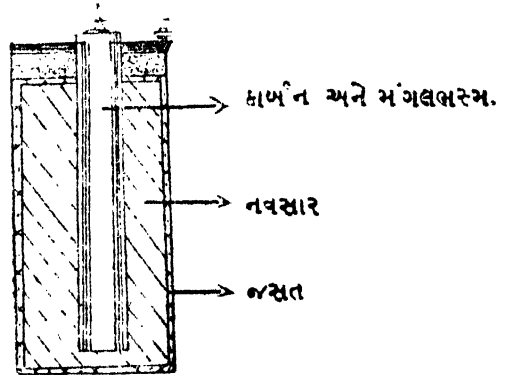
જસત અને નવસાર

ચિત્ર નં. ૧૨

એની અંદર બે વાસણો હોય છે. ખ્હારના વાસણમાં નવ-સારનું દ્રાવણ અને જસત હોય છે. અંદરના વાસણમાં ગેસ-કાર્બન અથવા અર્ધદ્રવ્ય કોલસા નામે કોલસાનો એક નળાકાર હોય છે અને એની આસપાસ ગેસકાર્બનનું સૂક્ષ્મ અને મંગલ-ભસ્મ(manganese dioxide) મૂકવામાં આવે છે:(ચિત્ર નં. ૧૨) ગેસકાર્બન + ધ્રુવ કહેવાય છે, જસત - ધ્રુવ કહેવાય છે. જેમ વોલ્ટેઇક પુટાવલિમાં જસત અને ગંધકના તેજબમાંથી આર્દ્રવાયુ નીકળે છે તેમ અહીં જસત અને નવસારના દ્રાવણમાંથી આર્દ્રવાયુ નીકળે છે અને વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે.

જે બેટરી આપણે હંમેશના ઉપયોગમાં વાપરીએ છીએ તે આ જ પ્રકારની છે. ફેર એટલો જ કે નવસારના દ્રાવણને બદલે ઘન નવસાર અંદર હોય છે. એ પુટાવલિ ઉઘાડીએ તો અંદરથી + ધ્રુવ આગળ જસતનું પતરું અને નવસાર અને - ધ્રુવ આગળ કાર્બન, અર્ધદ્રવ્ય કોલસો અને મંગલભસ્મ જેવામાં આવશે. એ બેટરી આપણે ગમે ત્યાં લઇ જઇ શકીએ એ હેતુથી નવ-સારનું દ્રાવણ વપરાતું નથી.

સાદી પુટાવલિ.



ચિત્ર નં. ૧૩

આ પુટાવલિના બે ધ્રુવને તાંબાના તારથી જોડીએ તો તણબો

ઉત્પન્ન થાય છે. એ તણખાનું કારણ આપણે વિદ્યુતના ઉપપા-
દનમાં જોઈ ગયા છીએ. જ્યારે જ્યારે વિજળી એકમાંથી બીજામાં
પસાર થાય છે ત્યારે વિજળીનો તણખો જોવામાં આવે છે.

પ્રકરણ ૨.

વિજળીના જલદવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો.

સાધનોની યાદી:—

(૧) વિજળી ઉત્પન્ન કરતું બ્લીમરાટ્ (Whimshurst) મશીન, (૨)
લાકડાનું સ્ટુલ, (૩) કાચનું સ્ટુલ, (૪) લાકડાનો કકડો, (૫) કાચની નળી,
(૬) રેશમ અને રબરથી વીંટાળેલા તાંબાના તાર વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) લાકડાના સ્ટુલ ઉપર એક છોકરાને ઊભો રાખી વિજળી ઉત્પન્ન
કરતાં ચંત્ર ઉપર એની આંગળી મૂકાવો અને જુઓ કે એને વિજળીનો
આયકો લાગતો નથી.

(૨) ત્હમે જમીન ઉપર ઉભા રહી છોકરાના શરીરના ભાગોને અડકો
અને બતાવો કે છોકરાના નાક અને આંગળીના ટેરવા મારફત વિજળી ત્હમારા
શરીરમાં પસાર થાય છે અને ત્હમને આયકો લાગે છે. ત્રીના ભાગોમાંથી
વિજળી જલદી પસાર થાય છે એ બતાવો.

(૩) એ રીતે લાકડું મંદવાહક અથવા અવાહક અને પૃથ્વી જલદવાહક
છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) એજ પ્રમાણે જમીન ઉપર ઉભા રહી એજ ચંત્રને કાચની લાકડીથી
અડકો. ત્હમને બિલકુલ આયકો લાગતો નથી એ બતાવો.

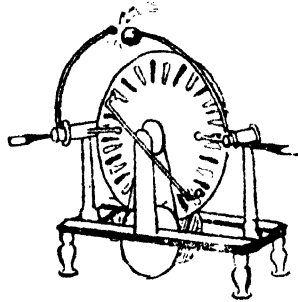
(૫) રેશમથી અને રબરથી વીંટાળેલા તારો બતાવો. એનાથી
વિજળીનો આયકો લાગતો નથી એ બતાવો.

(૬) વોલ્ટમાપક ચંત્રમાં પાણી મૂકી પુટાવલિ સાથે એનો સંબંધ
જોડો, અને વિજળી પાણીમાં પસાર થતી નથી એ બતાવો. પછી એ
પાણીમાં મંદકના તેલબના બે ટીપાં નાંખો અને પાણીમાં વિજળી
પસાર થઈ આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ છૂટા પડે છે તે બતાવો.

આપણે જોઈ ગયા કે જ્યારે પુટાવલિના બે ધ્રુવને તાંબાના
તારથી જોડી દેવામાં આવે ત્યારે વિજળી એકદમ એ તાર મારફત

વહી જાય છે. એને બદલે આપણે એ બે ધ્રુવને લાકડાની સળીથી જોડીએ તો આપણને વિજળીની અસર નહીં લાગે કારણ કે લાકડું વિજળીવાહક નથી, અને તાંબું વિજળીવાહક છે. વિજળીવાહક પદાર્થોમાં પૃથ્વી સૌથી જલદ છે. તે પછી રૂપું, તે પછી તાંબું; તે પછી એલ્યુમીનીઅમ અને બીજા ધાતુઓ. એ ઉપરાંત પથર પણ વિજળીવાહક પદાર્થ છે. આ કારણને લીધે આપણે વિજળીના વહન માટે તાંબાના તાર વાપરીએ છીએ. રૂપાના તારથી એથી પણ જલદી વિજળી વહી શકે પણ એ તાર મોંઘા પડે એટલે આપણે તાંબાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. મકાન ઉપર વિજળીની અસર ન થાય તે માટે તાંબાનો સળીયો રાખવાનું આજ પ્રયોજન છે. લાકડાનો વાંસ રાખી શકીએ નહીં.

બ્લીમશર્ટ મશીન



ચિત્ર નં. ૧૪

આ કારણને લીધે ન્યારે વિજળીના યંત્ર ઉપર કામ કરનારાઓ કામ કરે છે ત્યારે લાકડાના કે ખાસ બનાવેલા કાચના સ્ટુલ ઉપર બેસી રહે છે. એમના હથિયારના હાથા લાકડાના બનેલા હોય છે. એનું પ્રયોજન બતાવવા માટે એક છોકરાને સ્ટુલ ઉપર બેસાડી રાખી તેનો હાથ વિજળી ઉત્પન્ન કરતા બ્લીમશર્ટ યંત્ર ઉપર મૂકાવેલો. ન્યાંસુધી એ સ્ટુલ ઉપર બેસી હશે ત્યાંસુધી એને

વિજ્ઞાનો આચકો બીલ્કુલ લાગશે નહીં. પણ જમીન ઉપર આપણે ઉભા રહી એને અડકીએ તો એના શરીરની બધી વિજ્ઞાના આપણા શરીરમાં પ્રવેશ કરશે અને આપણને આચકો લાગશે. પણ આપણે પણ રટુલ ઉપર ગિભા રહી એને અડકીએ તો આપણને આચકો ન લાગે.

આપણે જોઈ ગયા કે લાકડું વિજ્ઞાનું મંદવાહક છે. પાણીની અંદર પણ વિજ્ઞાના પસાર થઈ શકતી નથી એટલે પાણી પણ અવાહક ગણાય છે. પણ એમાં જો ગંધકનો તેજ્ય નાંખીએ તો પાણી વાહક બને છે.

એ પ્રયોગ સિદ્ધ કરવા માટે એક વોલ્ટમાપક યંત્ર લો (પાનુર૧) અને તેમાં પાણી નાંખી પુટાવલિ સાથે જોડો. વિજ્ઞાના પસાર નહીં થાય. પછી પાણીમાં ત્રણ ચાર ગંધકના તેજ્યનાં ટીપાં નાંખો. આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ ૨ : ૧ પ્રમાણમાં છૂટાં પડી જશે.

એ ઉપરાંત રચ્મ, રેશમ, રૂ, લાખ, એમોનાઇટ વગેરે વિજ્ઞાના અવાહક પદાર્થો છે. એમોનાઇટ એ વાહક પદાર્થ હોય તો જે ધર્ષણ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય તે આપણા શરીર માર્દિત તરત જ પૃથ્વીમાં ઉતરી જાય. એ ઉપરાંત આપણે જોઈએ છીએ કે જમીનમાં જે તાર ઉતાર્યા હોય છે તેની આસપાસ રચ્મ વીંટેલા હોય છે કારણકે રચ્મ મંદવાહક હોવાથી વિજ્ઞાના પ્રવાહને પૃથ્વીમાં જતાં અટકાવે છે. વિદ્યુત્શોધક યંત્રના બંને રેશમના તારથી લટકાવવાનું આજ પ્રયોજન છે જેથી ઉપપાદન થએલી વિજ્ઞાના જતી ન રહે. એ ઉપરાંત પ્રયોગશાળામાં પુટાવલિમાં જે તાર વપરાય છે તેની આસપાસ રૂ કે સુતરના તાર વીંટાળવામાં આવે છે; નહીં તો પસાર થતી વિજ્ઞાના તાર માર્દિત આપણા શરીરમાં પેસે અને આપણને આચકો લાગે.

પ્રકરણ ૩.

વિજળીની અસર અને ઉપયોગ.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) પુટાવલિ, (૨) તારો, (૩) વિજળીથી ગરમ થતી અસી, (૪) વિજળીથી ગરમ થતી કીટલી, (૫) વિજળીનો ગ્લોબ, (૬) લોખંડનો કકડો, (૭) ચુંબકીય સોય, (૮) ઘંટડી, (૯) તાર મોકલવાનું ચંત્ર, (૧૦) વોલ્ટ-માપકચંત્ર વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:—(૧) ત્રણ ચાર પુટાવલિ સાથે તાંબાનો તાર જોડો. તે ગરમ થઈ જાય છે તે બતાવો. વિજળીની ઉષ્ણતાઅસર સિદ્ધ કરો.

(૨) અસીમાં અને કીટલીમાં વિજળી પસાર કરો. અસી ગરમ થાય છે અને કીટલીમાં પાણી ઉકળવા માંડે છે એ બતાવો.

(૩) ત્રણ ચાર પુટાવલિ સાથે એક લોખંડનો કકડો જોડો. કકડા પાસે ચુંબકીય સોય લાવો. લોખંડનો કકડો લોહચુંબક થઈ સોયના એક ભાગને આકર્ષે છે અને બીજાનો વિરોધ કરે છે તે બતાવો.

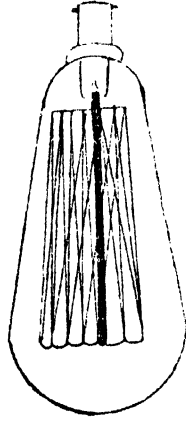
(૪) ત્રણ ચાર પુટાવલિ સાથે તાર મોકલવાનું ચંત્ર જોડો. તાર મોકલવાના ચંત્રનો વિદ્યુતચુંબક ટકટક અવાજ કરે છે તે બતાવો. વિજળીની ચુંબકીય અસર સિદ્ધ કરો.

(૫) પુરાવલિને વોલ્ટમાપક ચંત્ર સાથે જોડો. પાણીમાંથી આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ છૂટા પડે છે તે બતાવો. વિજળીની રસાયનઅસર સિદ્ધ કરો.

હવે આપણે વિજળીની અસર જોઈએ.

જલદ પુટાવલિના એક ધ્રુવને બીજા ધ્રુવ સાથે એક ઝીણા તાંબાના તારથી જોડીએ તો આપણને માલમ પડશે કે તાર ધણો જ ગરમ થઈ જશે. જેમ તાર ઝીણો હશે તેમ ગરમ વધારે થશે. તાર ગરમ થવાનું આ કારણ છે. જેમ બે જાણુ કુસ્તી કરે તો સ્હામ-સ્હામેના ધર્ષણને લીધે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તેમ તાંબુ વિજળીનો પ્રવાહ જતો અટકાવે છે અને તે અટકાવવાના વિરોધમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે.

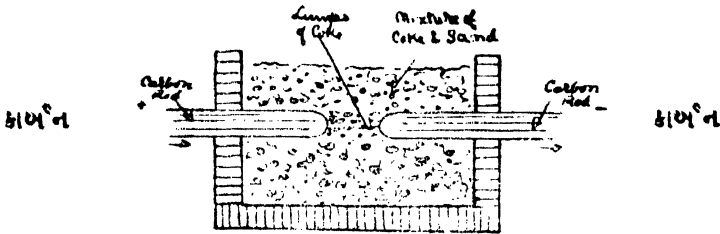
વિજળીનો ગોળો



ચિત્ર નં. ૧૫

ગરમી ઉત્પન્ન કરતી આ અસર ઘણા ઉપયોગમાં આવે છે. વિજળીના ગોળા બરાબર તપાસીશું તો માલમ પડશે કે અંદર કાર્બન કે મહારાજનના વાંકા વાળેલા તાર મૂકેલા જણાશે. (ચિત્ર નં. ૧૫) જ્યારે એ તારની અંદર વિજળી પસાર થાય છે ત્યારે એ એટલા બધા ગરમ બની જાય છે કે સુંદર પ્રકાશ આપે છે.

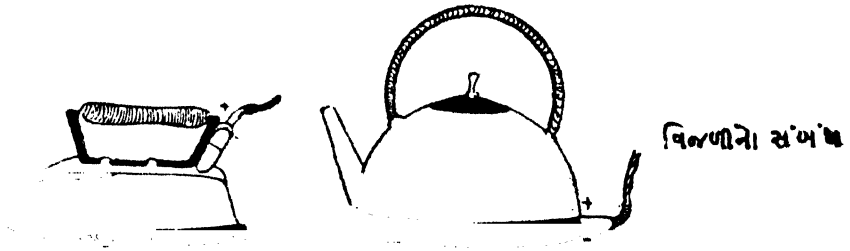
વિજળીની ભઠ્ઠી



ચિત્ર નં. ૧૬

જેવી રીતે આ અસરને લીધે વિજળી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરી શકે તેમ ઘણી ગરમી પણ ઉત્પન્ન કરી શકે. એ સિદ્ધાંત ઉપર વિજળીની ભઠ્ઠીનો આધાર છે. (ચિત્ર નં. ૧૬) જ્યારે વિજળીનો પ્રવાહ એ એ ગેસ કાર્બનના નળાકારમાં પસાર કરવામાં આવે

છે ત્યારે એ બે નળાકારની વચ્ચે ઘણી જ ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે અને એ ગરમીની મદદથી કાર્બનમાંથી હીરો ઉત્પન્ન કરી શકાય.



અસ્ત્રી

કીટલી

ચિત્ર નં. ૧૭

દેવતાથી ગરમ થતી અસ્ત્રીને બદલે વિજળીથી ગરમ થતી અસ્ત્રીનો સિદ્ધાંત આ જ છે. એ અસ્ત્રીની નીચે એસ્પ્રેસ્ટોસ કે એવા પદાર્થો રાખવામાં આવે છે જે વિજળીના પ્રવાહ સ્થામે વિરોધ કરવાથી ગરમ થઈ જાય છે અને દેવતાની જરૂર નથી રહેતી. (ચિત્ર નં. ૧૭)

પાણી કે દુધ વિજળીની મદદથી ઉત્પન્ન કરવાં હોય તો વિજળીથી ચાલતી કીટલીઓ પણ મળે છે જેની નીચેના ભાગમાં અસ્ત્રી માફક એસ્પ્રેસ્ટોસની વ્યવસ્થા હોય છે. (ચિત્ર નં. ૧૭)

આવી રીતે વિજળીનો વ્યવહાર ઉપયોગ ઘણો છે.

હવે આપણે વિજળીની ચુંબકીય અસર જોઈએ. આપણે જોઈ ગયા (પાનું ૩૫, વિ. પ્ર. ભાગ ૧) કે ન્યારે વિજળી પોલાદમાં પસાર થાય છે ત્યારે પોલાદને લોહચુંબક બનાવે છે, ન્યારે વિજળી લોખંડમાં પસાર થાય છે ત્યારે એને વિદ્યુતચુંબક બનાવે છે જેની અંદર વિજળીનો પ્રવાહ ચાલુ હોય ત્યાં મુઘી જ ચુંબકત્વ રહે છે.

આ પ્રકારનો વિદ્યુત ચુંબક પોલાદમાંથી બનાવેલા લોહચુંબક કરતાં ઘણો જ જલદ હોય છે. આપણા શરીરમાં જો બોમ્બ કે

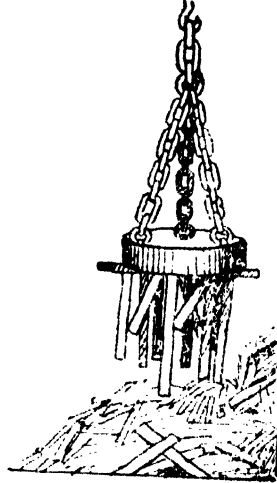
વિદ્યુત ચુંબક



ચિત્ર નં. ૧૮

બંદુકમાંથી છૂટેલી લોખંડની ત્રીની ધારો પેસી ગઈ હોય તો આ વિદ્યુતચુંબકથી તે બહાર ખેંચી શકાય છે. (ચિત્ર નં. ૧૮)

વિદ્યુત ચુંબક



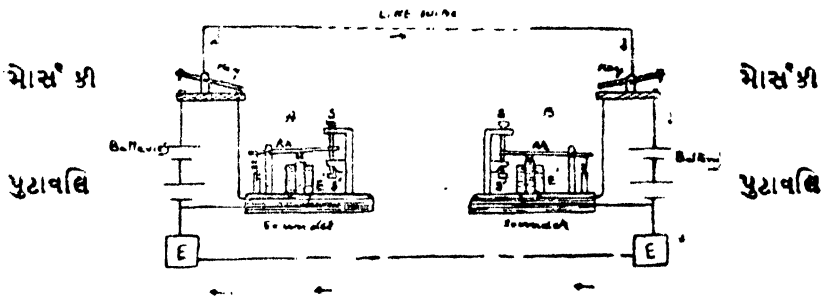
ચિત્ર નં. ૧૯

એ ઉપરાંત આની મજબૂતી ૨૨ ટન એટલે ૧૨૩૨ મણ વજન સહેલાઈથી ઉંચકી શકાય છે. લોખંડના મ્હોટાં કારખાનામાં મોટા ગડરો અને પાટાઓ આ વિદ્યુતચુંબકથી

જિંચકવામાં આવે છે, પહેલાં એ વિદ્યુતચુંબક પાટા ઉપર મૂકવામાં આવે છે અને પછી એમાં વિજળી પસાર કરવામાં આવે છે જેથી ચુંબકત્વ એમાં આવે છે અને પાટો સાંકળની મદદથી જોડો કરવામાં આવે છે. હવે ન્યાં એ પાટો ઉતારવાનો હોય ત્યાં હોય ત્યાં એને ઉતાર્યા પછી પ્રવાહબંધ કરવામાં આવે છે જેથી વિદ્યુત ચુંબક પાટાથી છૂટું પડી જાય છે અને પછી એ ચુંબકને લઇ લેવામાં આવે છે (ચિત્ર નં. ૧૯)

(૩) આ પ્રકારની ચુંબકીય અસરનો બીજો ઉપયોગ ટેલીગ્રાફમાં કરવામાં આવે છે.

તાર મોકલવાનું ચંત્ર.



સાઉન્ડર

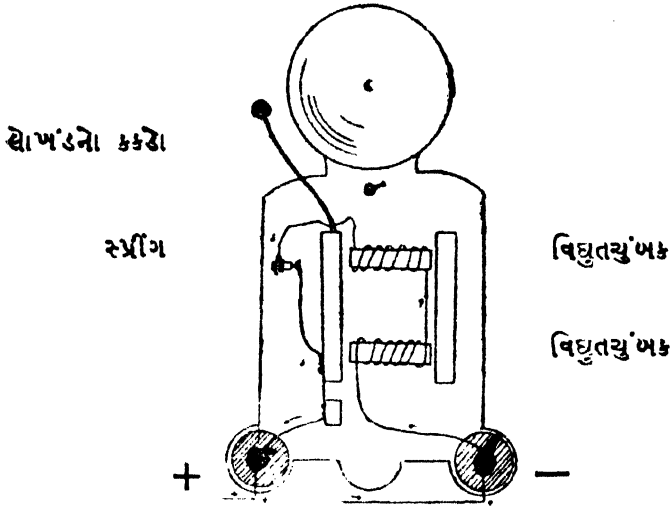
સાઉન્ડર

ચિત્ર નં. ૨૦

એ ટેલીગ્રાફમાં મુખ્ય એ વસ્તુ છે. (૧) ન્યાંથી તાર મૂકાય ત્યાં મોર્સ કી મૂકવામાં આવે છે અને (૨) ન્યાં તાર મોકલવા ત્યાં મોર્સ સાઉન્ડર મૂકવામાં આવે છે. મોર્સ કી માં એક દબાવવાની ચાંપ હોય છે. જે દબાવવાથી પુટાવલિમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ બીજો સ્ટેશન મોકલી શકાય. એ ચાંપ દબાય નહીં તો પુટાવલિમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ જઇ શકે નહીં. હવે ન્યારે એ ચાંપ દબાય ત્યારે એ પ્રવાહ મોર્સ સાઉન્ડરમાં આવે. સાઉન્ડરમાં બે વિદ્યુત ચુંબકો હોય છે અને તેની ઉપર લોહનો એક લંબચોરસ કકડો હોય છે જે બે સ્ક્રૂની વચ્ચે મૂકવામાં આવેલો હોય છે. ન્યારે એ વિજળીનો પ્રવાહ વિદ્યુત ચુંબકમાં પસાર થાય છે ત્યારે એમાં ચુંબકત્વ આવે છે અને તેના

પરિણામે લોહનો લાંબચોરસ કકડો આકર્ષાય છે અને બે સ્ક્રૂની વચ્ચે કટકટ અવાજ થાય છે. એ અવાજ અમુક પ્રકારના હોય છે જે ઉપરથી તારનો સંદેશો મોકલી શકાય છે.

ઘંટડી



ચિત્ર નં. ૨૧

એ વિદ્યુત ચુંબકનો ઉપયોગ વિજળાથી ચાલતી ઘંટડીમાં થાય છે. ઘંટડીમાં બે વિદ્યુતચુંબકો હોય છે અને એની સાથે લોખંડનો કકડો હોય છે, અને તેને અંતે એક ગોળ હોય છે. એ કકડાની સાથે એક સ્પ્રીંગ હોય છે. (ચિત્ર નં. ૨૧) ન્યારે એમાં વિજળી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે વિદ્યુતચુંબકમાં ચુંબકત્વ આવે છે જેથી તે આકર્ષાય છે અને ઘંટડી વાગે છે. પણ એ લોખંડનો કકડો આકર્ષાય છે ત્યારે સ્પ્રીંગનો સંબંધ તૂટી જાય છે અને વિજળાનો પ્રવાહ અટકી જાય છે જેથી લોખંડનો કકડો પાછો ફરે છે. એ પાછો ફરે એટલે પાછો વિજળાનો સંબંધ થાય છે અને વિદ્યુતચુંબકમાં ચુંબકત્વ આવે છે અને લોખંડનો કકડો આકર્ષાય છે અને ઘંટડી વાગે છે. એ સંબંધ તૂટવાનો અને જોડાવાનો સમય એટલો અલ્પ હોય છે કે આપણને ઘંટડી સળંગ વાગતી જણાય છે.

